T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iv
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. SÖKÜLEBİLEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI 3
1.1. Standart Makine Elemanları 4
1.1.1. Makineler 4
1.1.2. DevingenMakinelerin Çeşitleri 4
1.1.3. Almaç Makinelerin Çeşitleri 12
1.2. Kamalar 16
1.2.1. Çeşitleri 16
1.2.2. Kama Hesapları 19
1.3. Pimler 20
1.3.1. Tanımı 20
1.3.2. Kullanıldığı Yerler 20
1.3.3. Çeşitleri 21
1.4 Vida Dişleri 23
1.4.1. Tanımı 23
1.4.2. Elemanları 23
1.4.3. Sınıflandırılması 24
1.5. Cıvata ve Somunlar 28
1.5.1. Cıvatalar 28
1.5.2. Somunlar 34
1.5.3. Altı Köşe Başlı Cıvatada Anahtar Ağzı Hesabı ve Standart Ölçüleri 35
1.5.4. Cıvata ve Somunların Sıkılmasında Tork Hesabı 36
1.6. Rondela ve Emniyet Sacları 36
1.6.1. Somunların Frenlenmesi 36
1.6.2. Rondelalar 37
1.6.3. Emniyet Sacları 38
1.7. Mil Göbek Bağlantıları 40
1.8. Yaylar ve Yaylı Bağlantılar 41
1.8.1. Çeşitleri 41
1.8.2. Yayların Hesabı 43
1.9. Geçmeler 44
UYGULAMA FAALİYETİ 45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 46
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 48
2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI 48
2.1. Perçinler 48
2.1.1. Tanımı 48
2.1.2. Çeşitleri 48
2.1.3. Kullanıldığı Yerler 51
2.1.4. Standartları 51
2.1.5. Perçinleme İşleminin Yapılışı 52
2.1.6. Perçinlemede Yapılan Hatalar 52

2.1.7. Perçinleme Çeşitleri 53
2.1.8. Hesapları 54
2.2. Geçmeli bağlantılar 56
2.2.1. Genleşme 57
2.2.2. Büzülmeme 57
2.2.3. Sıcak Geçme 57
2.2.4. Hareketsiz (Soğuk)Geçme 58
2.3. Kaynak 58
2.3.1. Çeşitleri 59
2.3.2. Kullanıldığı Yerler 62
2.4. Lehimleme 62
2.4.1. Yumuşak Lehimleme 63
2.4.2. Sert Lehimleme 67
UYGULAMA FAALİYETİ 71
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 73
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 75
3. YAĞLAR VE YAĞLAMA 75
3.1. Madensel Yağlar 75
3.1.1. Madensel Yağların Özellikleri 76
3.1.2. Akıcılık ve Akıcılığın Ölçülmesi 78
3.1.3. Asit Derecesi 79
3.1.4. Yağlama ve Yağlama Çeşitleri 79
3.1.5. Yağdanlıklar 80
3.2. Sentetik Yağlar 81
3.3. Yağlama Yapılmadığında Doğacak Sakıncalar 82
3.4. Soğutma Sıvıları 83
3.5. Yağ Kataloglarının İncelenmesi 84
UYGULAMA FAALİYETİ 88
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 92
MODÜL DEĞERLENDİRME 93
CEVAP ANAHTARLARI 95
KAYNAKÇA 97

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Motorlu Araçlar Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Tüm Dallar**
MODÜLÜN ADI	**Birleştirme Elemanları**
MODÜLÜN TANIMI	Motorlu araçlarda kullanılan birleştirme elemanlarını tanıma ve hesaplarını yapma yeterliklerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Birleştirme elemanlarının dayanımhesaplamalarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Birleştirme elemanlarının gerekli hesaplamalarını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Sökülebilen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapabileceksiniz. **2.** Sökülemeyen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapabileceksiniz. **3.** Makine elemanlarında yağlama yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Atölye, işletme, internet ortamı, teknoloji sınıfı, kütüphane, mesleki eğitim merkezleri ve meslek odaları. **Donanım:** Televizyon, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar, eğitim maketleri, çeşitli birleştirme elemanları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

1

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Motorlu araçlar incelendiğinde, bütün parçalarının bir araya getirilerek birleştirilmesi ve muazzam bir araç hâline getirilmesini sağlayan çeşitli birleştirme elemanlarının olduğu görülecektir.

Hızla ilerleyen teknoloji, birleştirme elemanlarının da her geçen gün değişimini ve gelişimini beraberinde getirmiştir. Endüstriyel gelişmeler iş dünyasında uzman personel ihtiyacını önemli hâle getirmiştir.İşletmeler bu birleştirme elemanlarının tasarımı ve kullanımını sağlayacak her seviyede eğitilmiş personele ihtiyaç duymaktadır.

Araç ve motor tasarımında bütün parçaların dayanıklı ve estetik bir yapıda olması birleştirme elemanlarının özelliklerine bağlıdır. Bu birleştirmelerde kullanılacak birleştirme elemanları belirli bir düzen ve dayanım içerisinde olması gerekmektedir. Aynı zamanda bu elemanların belirli kuvvetlere ve zorlamalara karşı yeterli sınırlar içerisinde dayanım özelliklerinin olması gerekmektedir.

Araç motoru ve sistemleri, güç aktarma organları, direksiyon, fren, süspansiyon sistemleri, güvenlik ve konfor sistemleri ve araç gövdesi gibi daha sayamadığım sayısız aksamlar çeşitli birleştirme elemanlı ile birleştirilerek bir muazzam araç hâline getirilmektedir.

Bu modülde işte bu birleştirme elemanları ve hesaplamaları yer almaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Sökülebilen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Günlük hayatımızı kolaylaştıran makineler nelerdir?
- Sökülebilen birleştirme yapılabilecek makine elemanları nelerdir?
- Yaylı bağlantılar motorlu araçlarda nerelerde kullanılır?

1. SÖKÜLEBİLEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

Endüstride takım ve tezgâhların birden fazla sayıda parçadan bir araya getirilerek bir bütün oluşturduğu düşünüldüğünde, bu parçaların birleştirme elemanları yardımıyla bir araya getirilmeleri gerektiği sabittir. Bu durumda bu parçaların özelliklerine göre sökülebilen ya da sökülemeyen birleştirme elemanlarıyla birleştirilmeleri gerekmektedir. Eğer birleştirme elemanları olmamış olsaydı, takım ve tezgâhlar da olmayacaktı. Bu durumda birleştirme elemanlarının önemi ortaya çıkmaktadır.

Sökülebilen birleştirmeler; iki veya daha fazla parçanın birbiri ile tahrip olmadan birleştirilmesi şeklinde yapılan birleştirme çeşididir. Bu tür birleştirmelerde parçalar sökülse dahi kendi özelliklerini kaybetmezler. Sökülebilir birleştirmelerin türlerinin bazıları aşağıda sıralandığı gibidir.

- Kamalı birleştirmeler
- Pimli birleştirmeler
- Vidalı birleştirmeler
- Cıvata ve somunlar
- Rondela ve emniyet sacları
- Mil göbek bağlantıları
- Yaylar ve yaylı bağlantılar
- Geçmeler

Sökülebilen birleştirme elemanlarını ayrıntılı olarak incelemeden evvel birleştirme elemanlarının kullanıldığı makineleri tanımak daha faydalı olacağından dolayı önce makineleri tanıyalım.

1.1. Standart Makine Elemanları

Birden çok parçadan oluşan makineyi meydana getiren cıvata, somun, kama, pim vb.elemanlara **makine elemanları** denir.

1.1.1. Makineler

Enerji oluşturan yada bir enerjiden yararlanarak çeşitli işlerimizi kolaylaştıran düzeneklere makine denir.

İnsanların farklı ihtiyaçlarını karşılayan ve önemli zaman tasarrufu sağlayan makineler devamlı şekil değiştirmektedir. İnsan gücü ve emeğinin yerini alan makineler insanlara, rahatlık, yüksek verimlilik, kalite ve ucuz işçilik sağlamaktadır.

Makineleri iki grupta inceleyebiliriz.

- Devitken (enerji üreten) makineler
- Almaç (iş) makineleri

1.1.2. DevingenMakinelerin Çeşitleri

Doğal kaynaklardaki mevcut enerjiyi, günlük yaşamda ve endüstride kumanda edilebilir olarak kullanılabilir hâle getiren makinelerdir.

- Su çarkları ve türbinleri
- Hava motorları
- Isı motorları
- Hidrolik motorlar
- Pnömatik motorlar
- Elektrik motorları
- Nükleer motorlar
- Özel amaçlı motorlar
- Enerji üreten diğer sistemler
- Su Çarkları ve Türbinleri

Akmakta yada dökülmekte olan suyun doğrusal hareketini dönme hareketine dönüştürmekte kullanılan mekanik aygıta basitçe su çarkı denebilir Temel olarak bir tekerleğin çevresine yerleştirilmiş paletlerden oluşur. Hareket etmekte olan suyun paletlere uyguladığı kuvvetin çarkı döndürmesi ve bu dönme hareketinin de çarkın merkezindeki mil aracılığıyla makinelere iletilmesi ilkesine dayalı olarak çalışır. İnsan yada hayvan gücünün yerini alan ilk mekanik enerji kaynağı olan su çarkı, suyun yükseğe çıkarılması, tahılların öğütülmesi vb. değişik amaçlarla kullanıldı. Günümüzde bu geleneksel uygulamalarınyanı sıra,düşük güçlü elektrik üreteçlerinin çalıştırılmasında,pis suların boşaltılmasında ve bazı sulama sistemlerinde kullanılır.

Resim 1.1: Su çarkları ve türbinleri

Su türbinleri su çarklarının gelişmişleridir.

Su türbini, 1824 yılında, Fransız maden mühendisi ClaudeBourdintarafından geliştirilmiştir. Bir su değirmenine benzeyen bu aygıt, suyun hareketiyle dönen bir çark düzeninin yardımıyla bir dönme enerjisi yaratır. Geliş suyunu çarkın kanatlarına teğet olarak göndermek suretiyle türbini büyük çapta geliştirmiştir. Su türbinleri, alternatörlerle birleşerek, suyun kinetik enerjisini, elektrik enerjisine dönüştürürler.

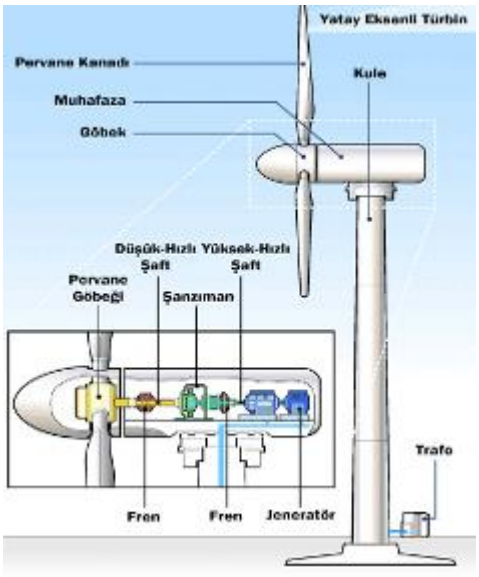
Şekil 1.1: Su türbini

Barajlar bir akarsuyun enerjisini elektrik enerjisine çevirmeye yarayan yapılardır. Akarsuyun enerjisinden elektrik üretebilir ya da akarsuyun yolunu kesip onu üretime ihtiyaç olacağı zamana kadar baraj gölünde depolayabilirler.Çünkü elektriği kullanmanın en verimli yolu onu üretildiği anda tüketmektir.Barajlar aslında bir ya da birden fazla dev jeneratör içerirler.

Bu türbinlerin saniyedeki dönüş sayısı akımın frekansını, manyetik alan ise voltajını belirler. Tabii ki bu iki değişken evimize gelene kadar 50Hz frekans ve 220V etkin voltaj değerlerine getirilir. Evlerimizde doğru akım değil alternatif akım kullanıyor olmamızın sebeplerinden biri, elektriğin barajlarda bu şekilde üretiliyor ve bu şekilde daha verimli iletilebileceği voltajlara (yüksek gerilim gibi) taşınabiliyor olmasıdır; zira transformatörlerde jeneratörler gibi alternatif akımla çalışır. Hidroelektrik santrallerinde jeneratörler elektrik ihtiyacına göre gerekli sayıda aynı anda çalıştırılarak enerji tasarrufu sağlanır.

Yapı bakımından su türbinine benzeyen buhar türbinleri ve gaz türbinleri, basınçlı buhar ya da gazla çalışırlar.

- **Hava Motorları (Rüzgar Türbini)**



Resim 1.2: Hava motorları(Rüzgar türbini)

Havanın bir akışkan olduğunu hayal etmek oldukça zordur. Çünkü hava görünmez. Sıvılardan farklı olarak hava daha çabuk hareket eder ve bulunduğu ortamın her yerini kaplar. Havanın hızlı yerdeğiştirmesi ile içindeki parçacıkların hareketi de hızlı olur. Havanın bu özelliğini kinetik enerjiye dönüştürme işlemine Rüzgar Enerjisi adı verilir.

Rüzgâr enerjisinden elektrik üreten merkezlere de Rüzgâr Santrali denilmektedir.

Tipik bir hava motorunu oluşturan elemanlar şunlardır:

- **Pervanekanatları:**Rüzgarenerjisinidönmehareketineçevirmeyeyarar.
- **Şaft:**Dönmehareketiniüreteçeiletir.
- **DişliKutusu:**Pervaneyleşaftınaralarındakihızıarttırıp, üretecedahahızlıbirhareketiletilmesineyardımcıolur.
- **Üreteç:**Dönmehareketindenelektrikenerjisiüretenbölüm.
- **Frenler:**Aşırıyüklenmevebirsorunolduğundapervaneyidurdurmayayarar.
- **Kule:**Pervaneve motor bölümününüyerdengüvenlibiryükseklikteçalışmasınısağlar.
- **ElektrikDonanımı:**Üretilenelektrikenerjisiniilgilimerkezlereiletilmesinis ağlar.

Tipikbüyükbirrüzgartürbiniyıllık 5.2 milyon KWh elektrikenerjisiüretir.Yaklaşık 600 haneninelektrikihtiyacınıkarşılayabilir.Günümüzdekömürvenükleersantraller, rüzgarsantrallerindendahaucuzaenerjiüretebilmektedirler. O hâlde neden rüzgar enerjisini kullanalım? Bununikiönemlinedenivar. Rüzgarenerjisinin "Temiz" ve "Yenilenebilir" özelliklerde olmasıdır. Atmostefe zararlı karbondikosit ve nitrojen gazları salınımı yoktur ve rüzgarın bitmesi gibi bir durum sözkonusudeğildir. Rüzgar enerjisi her ülkede üretilebilir. Başka ülkelerden enerji transfer etmeye gerekduyulmaz. Ayrıca rüzgar santralleri uzak bölgelere inşaa edilip, üretilen enerjinin merkezi yerlere iletilmesi daha kolaydır.

Resim 1.3: Rüzgar santralleri

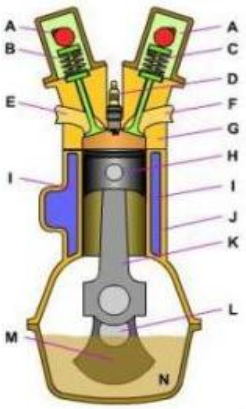
Rüzgar santrallerinin bu yararlarının yanında olumsuz yönleri de vardır. Diğer enerji santralleri gibi Herzaman yüksek verimle çalışamazlar. Çünkü rüzgar hızı değişkenlik göstermektedir. Rüzgar türbinleri şehirlere yakın bölgelerde oluşturdukları ses kirliliği sebebiyle insanlara, hayvanlara ve doğal yaşama rahatsızlık vermektedir.

Rüzgâr varolduğundan beri güvenilir enerji kaynağı değildir. Rüzgâr hızı düştüğünde yada kesildiğinde geri dönüşümü olmayan enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

➢ Isı Motorları

• İçten yanmalı motorlar

İçten yanmalı motorlar buji ile ateşlemeli motorlar ve sıkıştırma ile ateşlemeli motorlar olmak üzere iki çeşidi mevcuttur.



A- Kam mili
B- Emme supabı
C- Egzoz supabı
D- Buji
E- Yakıt-hava girişi
F- Yanmış gaz çıkışı(egzoz)
G- Silindir kapağı
H- Piston
I- Soğutma suyu
J- Silindir bloğu
K- Piston kolu (biyel)
L- Krank mili
M- Dengeleme ağırlıkları
N- Motor yağı

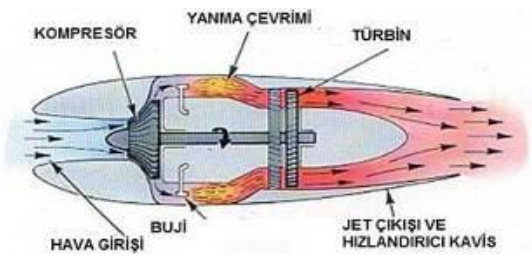
Şekil 1.2: İçten yanmalı buji ateşlemeli motor

- Buji ile Ateşlemeli Motorlar (Benzinli-LPG İle Çalışan Motorlar)
- Sıkıştırma ile Ateşlemeli motorlar:

Sıkıştırma ile ateşlemeli motorlara kısaca dizel motor denir.

Daha özel bir tanımla, dizel motor oksijen içeren bir gazın (genellikle bu atmosferik havadır.) sıkıştırılarak yüksek basınç ve sıcaklığa ulaşması ve silindir içine püskürtülen yakıtın bu sayede alev alması ve yanması prensibi ile çalışan bir motordur. Bu yüzden benzinli motorlardan farklı olarak ateşleme için bujiye ve yakıt oksijen karışımını oluşturmaya ihtiyaç yoktur.Dizel motorlarda kullanılan yakıt motorindir.

- **Tepkili Motor**



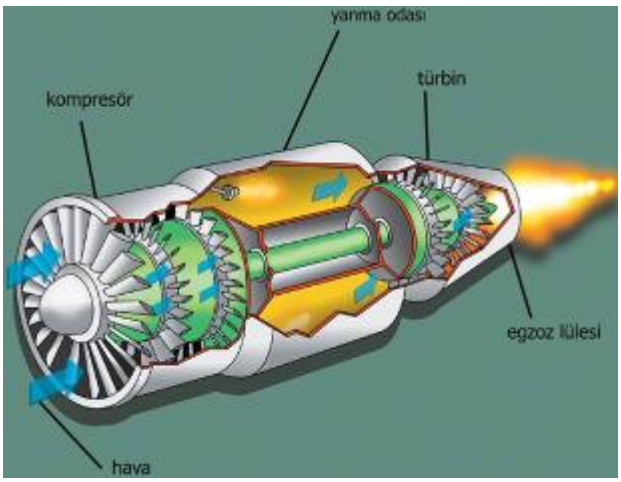
Şekil 1.3: Tepki motoru

Bu motorlarda motorun önünden hava emilir. Motor içinde sıkışmış yakıt vardır. Hava bu yakıtın içine hızla girince yakıt patlayarak yanar. Yanma odasının basıncı artar. Tıpkı şişmiş balondaki gibi yanmış gaz hızla dışarı çıkar. Dışarı çıkarken bu etkiye karşı bir tepki doğar. Tepkinin yönü etkiye zıt olduğundan uçak ileri doğru fırlar.

- **Füze motorları**

Bu motorlar tepkili motorlar grubuna dâhildir. İnsanların ay'a ayak basmaları füzelerdeki gelişmelerle sağlanmıştır.Bir füze motorunda yakıt ve oksitleyici ayrı ayrı

depolarda bulunur. Füze ateşleneceği zaman yakıt ve oksitleyici yanma odasında buluşur ve büyük bir patlama meydana gelir. Çıkan gazlar egzoz borusundan çıkarken doğan tepki ile füze ileri fırlar.



Şekil 1.4: Füze motoru

- **Dıştan yanmalı motorlar (Buhar Makineleri)**

Resim 1.4: Buhar makinesi

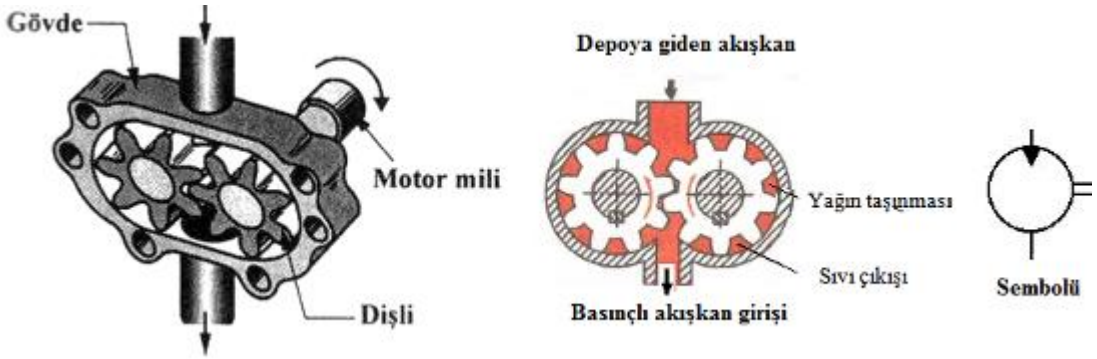
Buhar makinesi, buharın içinde var olan ısı enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren bir dıştan yanmalı motordur. Buhar makineleri, lokomotifler, buharlı gemiler, pompalar, buharlı traktörler ve endüstriyel devreler olabilir.

Bir buhar makinesi basınç altında buhar üretmek için suyu kaynatacak bir kazana ihtiyaç duyar. Herhangi bir ısı kaynağı kullanılabilir, fakat genelde odun, kömür veya petrol türevi yakıtların yakılmasından elde edilen ateş kullanılır.

Çalışma prensibi olarak, ısı enerjisini alan su buharlaşarak genişler ve bir odacığa alınır, odacık soğutulduğunda sıvı hâle geçen buhar vakum yaratır böylece mekanizmaların hareket alması ile mekanik enerjiye yani işe dönüşür.

- **Hidrolik Motorlar**

Basınçlı yağ akışkan kullanarak akışkan enerjisini sonuçta mekanik harekete çeviren motorlardır. İş makinelerinde gemilerde yüksek moment gereken yerlerde kullanılırlar.



Şekil 1.5: Hidrolik motor ve sembolü

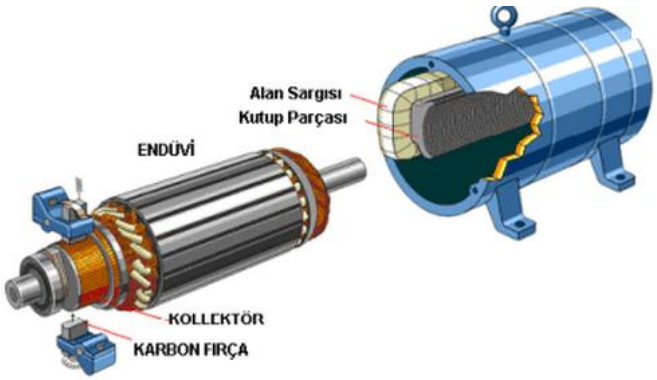
- **PnömatikMotorlar**

Hidrolik motora benzer fakat hidrolik akışkan yerine hava kullanılarak dönel hareket elde edilir. Basit yapılıdırlar, fiyatları ucuzdur. Parlatma, polisaj, delme, taşlama, cıvata ve somunların sökülüp takılmasında kullanılırlar.

Şekil 1.6: Pnömatik motor

- **Elektrik Motorları**

Elektik enerjisini mekanik enerjisine çeviren motorlardır. Doğru akım ve alternatif akımla çalışan tipleri vardır. Ana parçaları rotor, stator ve kondansatördür. Elektrik akımı bakır sargılar arasında manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan rotorun dönmesini sağlar. Rotor milinden de iş elde edilir.



Şekil 1.7: Elektrik motoru

- **Nükleer Motorlar**

Atomun parçalanması sonucu ortaya çıkan ısı türbin deposundaki suyu ısıtır. Su buhar olur. Basınç etkisiyle türbin miline bağlı jeneratörü çevirir. Elektrik Üretimi sağlar. Nükleer santrallerde ve denizaltılarda kullanılır.

Resim 1.5: Nükleer motor

- **Özel Amaçlı Motorlar**

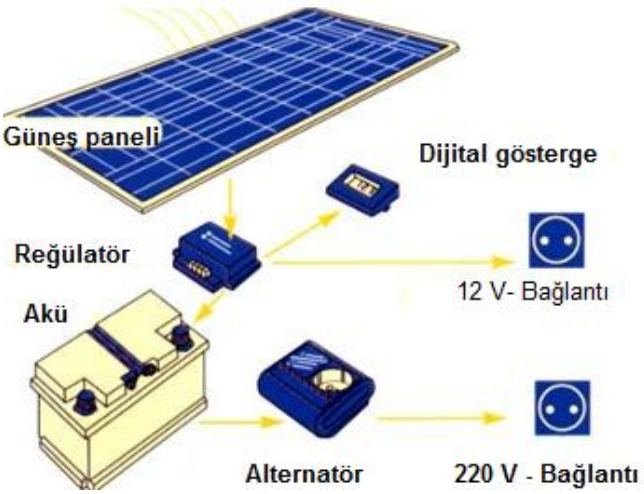
Özel amaçlı motorların bir örneği olan doğrusal senkronmotorlarda,elektrik akımıyla rayların üzerinde mıknatıslanma sağlanır.

Raylar iletken sargılardan oluşur. Manyetik alan mıknatıslanmadan doğar. İki manyetik alan birbirini iter. Tren raydan azıcık yükselir. Sürtünme ortadan kalkar. Doğrusal hareket başlar. Bu iş için hızın en az 75 km/saat olması gerekir. Düşük hızlarda tekerleğe ihtiyaç vardır.

Resim 1.6: Doğrusal senkron motorlu raylı sistem

- **Güneş Enerjisi**

Mevcut enerji kaynaklarının yaptığı işi güneş enerjisi kullanarak yapmak mümkündür. Binaların ısıtılması, elektrik üretilmesi, sıcak su ihtiyacı, ulaşım ve taşıma araçlarının hareketi, uzay araçlarının elektrik ihtiyacı güneş enerjisiyle karşılanabilir.



Şekil 1.8: Güneş enerjisi sistemi

1.1.3. Almaç Makinelerin Çeşitleri

Devingen makinelerin verdiği enerji ile çalışarak ihtiyacımız olan çeşitli işlemleri yapan makinelere almaç makineler denir. İş tezgahları (tornalar frezeler taşlar, honlama tezgahları, şahmerdan ….) kompresörler tulumbalar, kaldırma ve taşıma araçları (vinçler, asansörler….) birer almaç makinedir.

- **Elle Çalışan İş Makineleri**

Çok fazla kuvvet gerektirmeyen kesme bükme kaldırma taşıma işlemleri için kullanılırlar.

Şekil 1.9: Elle çalışan iş makineleri

- **Motor İle Çalışan İş Makineleri**

Çeşitli iş yada işlemler için bir güç kaynağından enerji alarak çalışan iş makineleridir. Talaşsız ve talaşlı iş tezgâhları mevcuttur.

- **Talaşlı İş Makineleri**

Çeşitli şekil ve biçimlerde talaş kaldırarak iş yapan makinelerdir.

Resim 1.7: Talaşlı iş makineleri

- **Hidrolik Makineler**

Basınçlı akışkanın etkisiyle iş yapan makinelerdir. Kepçe, greyder, dozer, gibi yol makineleri, taşlama, pres, vargel, enjeksiyon gibi tezgahlar, ayrıca tarım makineleri,havacılık,denizcilik sektörlerinde yaygın olarak kullanılır.

Resim 1.8: Hidrolik makineler

- **Kompresörler**

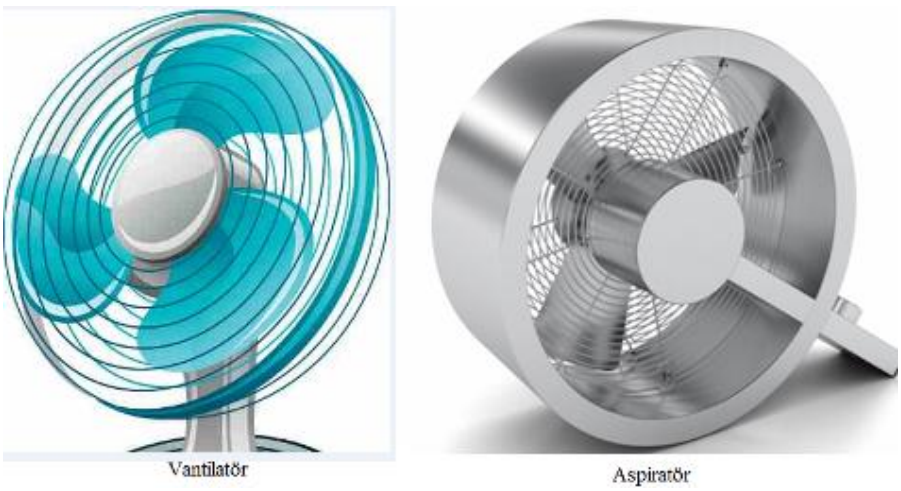
Atmosferden aldığı havayı bir motor yardımıyla basınçlı hâle getiren makinelerdir. Kompresörden elde edilen basınçlı hava tezgâhların temizliğinde otomatik montaj makinelerinde boya tabancalarında malzeme taşınmasında cıvata, vida sıkılıp sökülmesinde kullanılır.

Resim 1.9: Kompresör

- **Vantilatörler ve Aspiratörler**

Kapalı ve sıcak yerde hava sirkülasyonu sağlayarak serinlik yaratan makinelere vantilatör denir.

Kapalı ortamdaki kirli ve ağır havayı dışarı atmak için kullanılan makinelere aspiratör denir.



Resim 1.10: Vantilatör ve aspiratör

- **Kaldırma ve Taşıma Makineleri**

Çeşitli yükleri destekleyerek belli bir yüksekliğe kaldıran ve o yükseklikte geçici bir süre tutan makinelere denir. Hidrolik, pnömatik ve mekanik sistem kullanırlar.

Resim 1.11: Kaldırma ve taşıma makineleri

- **Robotlar**

İnsanlar tarafından yapılan birtakım hareketleri daha seri aynı özellikle ve çok daha hassas olarak yapabilen makinelere robot denir. Endüstride tutma, taşıma, kaynak, boyama, montaj, paketleme ve depolama işlemlerinde kullanılırlar. Birçoğu elektronik ve bilgisayar kontrollü çalışır.

Resim 1.12: Robotlar

1.2. Kamalar

Mil ve göbek arasındaki bağıl hareketi önleyerek momenti/hareketi milden göbeğe veya göbekten mile ileten yada güvenlik sağlamaya yarayan makine elemanlardır.

Kamalara, kama yuvaları açıldıktan sonra kullanılır. Kama yuvalarının yapımı kamanın yapımına göre zor ve masraflıdır. Bu nedenle çalışma esnasında kama yuvasının yerine kamanın bozulması daha uygun olur. Bunun sağlanabilmesi için kamanın birleştirme yapılacak makine parçalarının malzemesinden daha yumuşak yapılırlar.

1.2.1. Çeşitleri

Kullanılma konumlarına göre ve biçimlerine göre kama çeşitleri aşağıda belirtilmiştir.

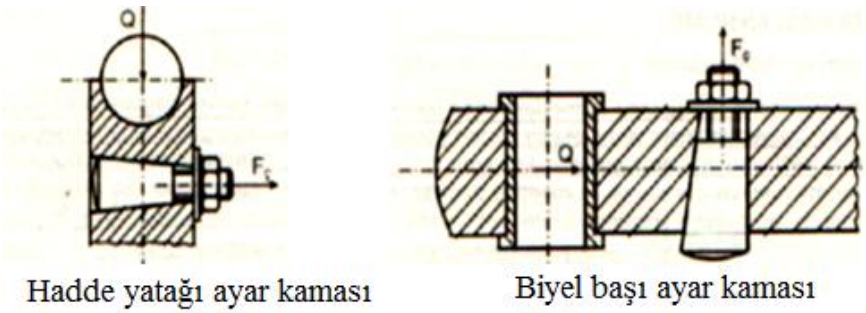
- **Enine Kamalar**

Makine parçasının eksenine dikey konumda takılarak çalışan kamalara enine kamalar denir.

Enine kamalar makine parçalarını birleştirmek için değil de enine doğrultuda kuvvet üretmek veya iletmek ile birlikte ayar işlemleri için kullanılırlar.

Enine kamaların dezavantajları

- Standart değildir,
- Bağlantının yapılabilmesi için parçaların birbirine alıştırılması gerekir,
- Maliyet yükselir.



Şekil 1.10:Enine kamalar

Bir tarafı eğimli kama ve iki tarafı eğimli kama olmak üzere iki çeşittir:

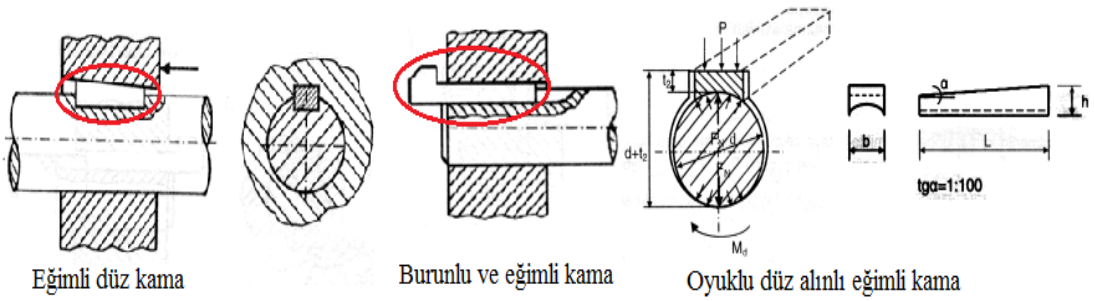
➢ Boyuna Kamalar

Makine parçalarını birleştirmek için kullanılan ve birleştirile parçalarının ekseni doğrultusunda yer alan kamalara boyuna kamalar denir.

Bu tür kamalar genellikle bir mil ile kasnak, dişli çark, düzen, teker (volan) vs. yerlerde kullanılır.

Sıkıştırılabilen ve sıkıştırılamayan kamalar olarak iki grupta incelenir. Sıkıştırılabilen kamaların şekilleri bakımından aşağıdaki gibi çeşitleri vardır.

- Eğimli düz kamalar
- Burunlu ve eğimli kamalar
- Teğet kamalar
- Yuvarlak kamalar

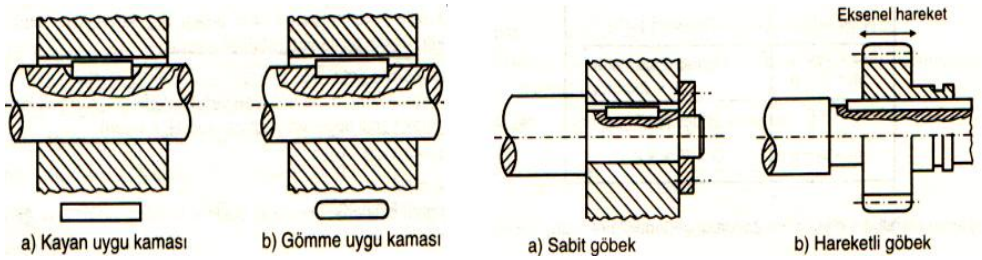


Şekil 1.11: Bazı boyuna kamalar

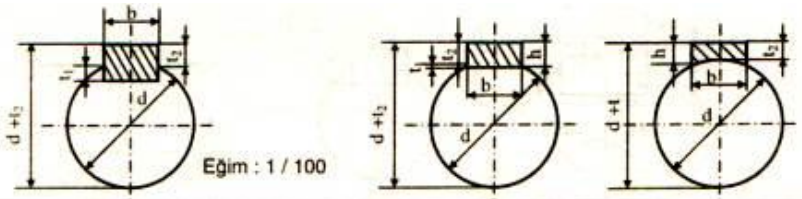
Sıkıştırılamayan kamaların şekilleri bakımından da aşağıdaki gibi çeşitleri vardır.

- Uygu kamaları (Feder)

Kamanın alt ve üst yüzü birbirine paraleldir ve dönme momenti sadece yan yüzeylerin birbirine temasıyla olur.



Şekil 1.12: Uygu kamaları



Çap (d) den kadar	Gömme kama ve federler				Burunlu veya burunsuz				
					Düz-yassı kama			Oyuk kama	
	b x h	t_1	feder t_2	kama t_2	b x h	t_1	t_2	b x h	t_2
6.....8	2 x 2	1.1	0.8	0.6					
8.....10	3 x 3	1.7	1.2	1					
10.....12	4 x 4	2.5	1.8	1.2					
12.....17	5 x 5	3	2.3	1.7					
17.....22	6 x 6	3.5	2.8	2.2					
22.....30	8 x 7	4	3.3	2.4	8 x 5	1.3	3.2	8 x 3.5	3.2
30.....38	10 x 8	5	3.3	2.4	10 x 6	1.8	3.7	10 x 4	3.7
38.....44	12 x 8	5	3.3	2.4	12 x 6	1.8	3.7	12 x 4	3.7
44.....50	14 x 9	5.5	3.8	2.9	14 x 6	1.8	4	14 x 4.5	4
50.....58	16 x 10	6	4.3	3.4	16 x 7	1.9	4	16 x 5	4.5
58.....65	18 x 11	7	4.4	3.4	18 x 7	1.9	4.5	18 x 5	4.5
65.....75	20 x 12	7.5	4.9	3.9	20 x 8	1.9	5.5	20 x 6	5.5
75.....85	22 x 14	9	5.4	4.4	22 x 9	1.8	6.5	22 x 7	6.5
85.....95	25 x 14	9	6.4	4.4	25 x 9	1.9	6.4	25 x 7	6.4
95.....110	28 x 16	10	7.4	5.4	28 x 10	2.4	6.9	28 x 7.5	6.9
110.....130	32 x 18	11	8	6.4	32 x 11	2.3	7.9	32 x 8.5	7.9
130.....150	36 x 20	12	9	7.1	36 x 12	2.8	8.4	36 x 9	8.4
150.....170	40 x 22	13	10	8.1	40 x 14	4	9.1		
170.....200	45 x 25	15	11.5	A-Yuvarlak alınlı			B-Düz alınlı		
200.....230	50 x 28	17	13						
230.....260	56 x 32	19	15						
260.....290	63 x 32	20	14						

Standart kama uzunlukları (l) : 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400 mm

Tablo 1.1: Standart kama boyutları

- Yarımay kamalar

Yarımay kamalara Woodruff (vudruf) kamaları da denir.

Kasnak veya dişli çark gibi makine elemanlarının göbek kısmının yuvası, diğer kamalarının yuvalarından değişik değildir. Kamanın mil üzerindeki yuvası ise , kama yuvarlaklığı çapında ve kama kalınlığında açılmıştır. Kamanın yuvası içerisinde dönme hareketi alabilmesi, kama işlemini kolaylaştırır.

1.2.2. Kama Hesapları

Kamalar kesilmeye ve eğilmeye zorlanırlar. Bu zorlanmaya karşı dayanabilmelidirler. Kamalar özellikle kesilmeye karşı dayanımı için hesap edilirler.

Kasnak çalışırken çember üzerindeki P kuvveti, mile teğet Q kuvvetini oluşturur. Burada;

P×R=Q×r……1

Yani $Q=\frac{P\times R}{r}$ ……2

Q kuvveti etkisi ile kama mil ve kasnak üzerinden kesilmeye zorlanacaktır. Kama gerecinin kesime gerilmesi τ ve kamanın güvenle çalışabilmesi için emniyet katsayısına k dersek kama gerecinin kesilmeye karşı emniyetli gerilmesi; τem

$\tau em = \frac{\tau}{k}$……3 olur.

Kama gerecinin eksime gerilmesi τ belli değil ve çekme gerilmesi σ biliniyorsa

$\tau = \frac{4}{5} - \sigma$……4 kabul edilebilir.

Kamanın kesilmeye zorlanan S kesiti, genişlik b ve boyu l olan dikdörtgen şeklindedir.

$S = b \times l$……5

Kama gerecinin kesilmeye karşı güvenli gerilmesi

$\tau em = \frac{Q}{S}$……6

Buna göre 5 numaralı eşitliği 6 numaralı eşitlikte yerine yazarsak

$\tau em = \frac{Q}{b\times l}$……..7

2 numaralı eşitliğide 7 numaralı eşitlikte yerine yazarak kısaltır ve τem'i yalnız bırakırsak;

$\tau em = \frac{Q}{b\times l\times r}$……8

Kasnağın çevresindeki P teğet kuvvet ilettiğin gücü ile ilgilidir.P kuvveti döndürme kuvvetidir ve şu eşitliği yazabiliriz;

$P \times R = 71620 \times \frac{N}{n}$……..9

9 numaralı eşitlikteki (P× R) nin karşılığını 8 numaralı formülde yerine koyarsak;

$\tau em = \frac{71620\times N}{b\times l\times r\times n}$……..10 bulunur.

Burada;

τem= kama gerecinin kesilmeye karşı emniyetli gerilmesi……(kg/cm^2)

N= Kasnak/dişli çark ile ulaştırılan güç……..(cm)
l = Kamanın boyu……...(cm)
r = Milin yarıçapı…….(cm)
n = kasnağın dönme sayısı……Dev/ dk)

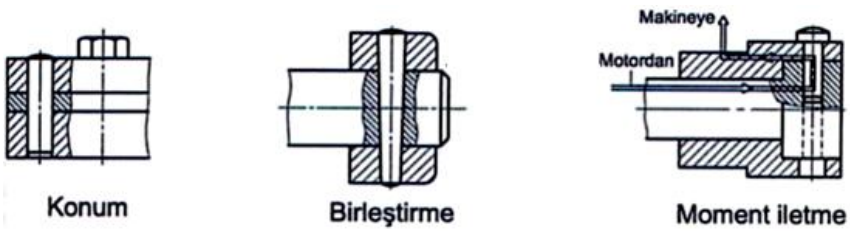
1.3. Pimler

1.3.1. Tanımı

Pimler, makine parçalarını hareketsiz fakat sökülebilir şekilde birleştiren çelikten yapılmış silindirik veya konik makine elemanlarıdır.

1.3.2. Kullanıldığı Yerler

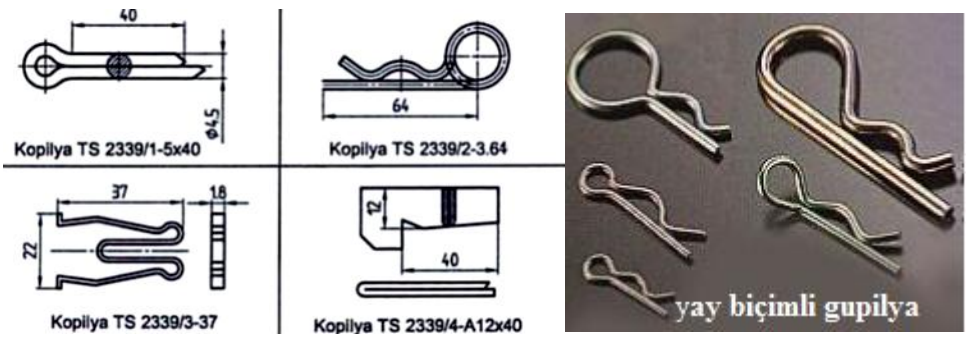
Pimlerin görevi; parçaların karşılıklı durumlarını sabit olarak merkezlenmek, birbirine geçen parçaları bağlamak ve eksenine dik olmak şartıyla bağladığı parçaların etkilendiği kuvvetleri karşılamak veya iletmektir.(Şekil 1.13)



Şekil 1.13: Pimlerin görevleri

İki veya daha fazla sayıda parça sık sık sökülüp takılacaksa cıvata kullanılarak birbirine bağlanır. Parçaların hep aynı şekilde (en ufak kayma olmadan) birleştirilmesi isteniyorsa cıvatalarla beraber pimlerden yararlanılır. Bu amaçla, düz veya konik pimlerden, en az iki tane olmak üzere kullanılır.

Pimlerin değişik bir türü olan maşalı pimler (gupilya; çatal pim) somunların çözülmesini önlemede ve bazı makine parçalarının birleştirilmesinde kullanılır.



Şekil 1.14:Gupilya çeşitleri

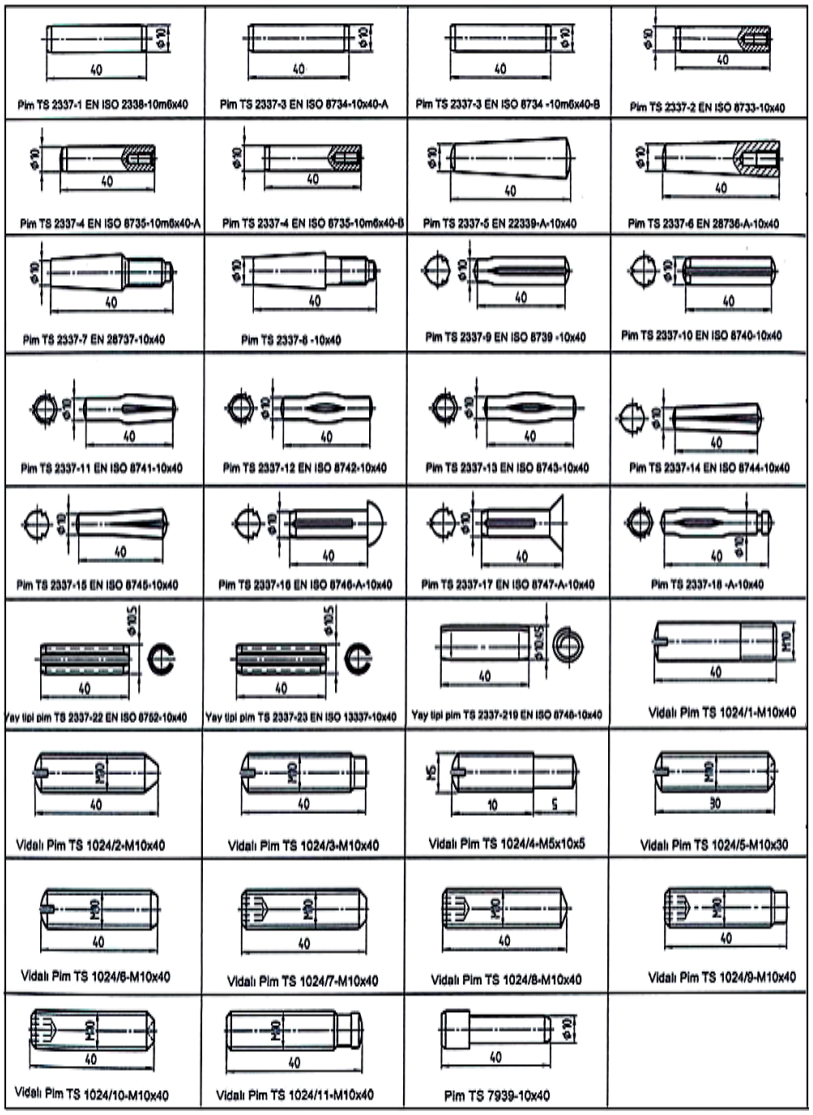
Pimler TS 2337'ye göre standartlaştırılmıştır. Çeşitleri ve ölçüleri bu standart numarasından elde edilebilir.

1.3.3. Çeşitleri

- **Silindirik Pimler**

Makine parçalarının sökülebilir durumda birbirine sıkı bağlanmasında kullanılan çelikten yapılmış ve yüzeyleri düzgün ve pürüzsüz olan silindirik bir makine elemanıdır.

Çapları, şekilleri ve kullanma amaçlarına göre, düz silindirik ve yivli silindirik olmak üzere iki çeşidi vardır.

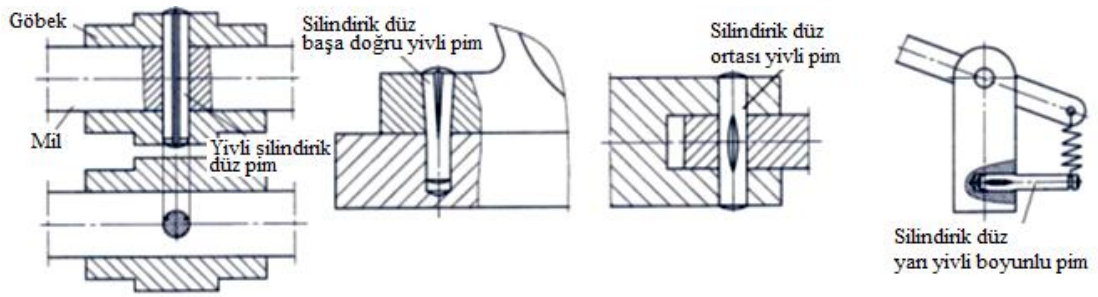


Şekil 1.15:Çeşitli pim resimleri

➢ Yivli Silindirik Pimler

Pimin yerine daha sıkı oturmasını sağlayan ve yüzeyde, boy ekseni doğrultusunda oluşturulan çentiklere yiv denir.

Son zamanlarda, kullanma alanları artan bu pimlerin üstünlüğü, takıldıkları deliklerin raybalanmasına gereksinim duyulmamasıdır. Dolayısıyla dar tolerans alanı içinde çalışma gereği ortadan kalkmıştır. Takılacakları delikler, doğrudan matkapla delinir ve pimler bu deliklere çakılır.

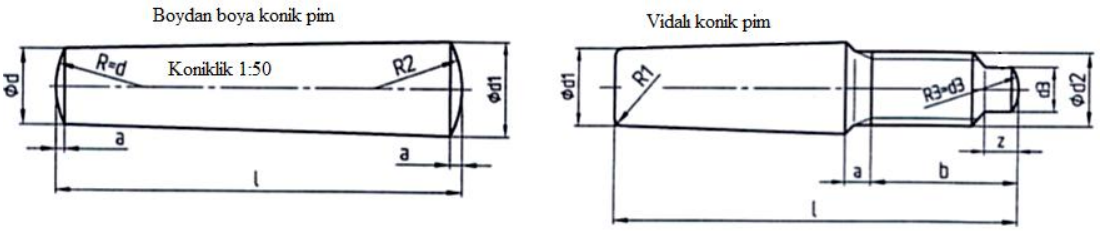


Şekil 1.16:Yivli pim montajları

➢ Konik Pimler

Makine parçalarının sökülebilir şekilde bağlanmasında kullanılan çelikten yapılmış ve yüzeyine koniklik verilmiş makine elemanlarıdır. Konik pimler 1:50 koniklikle yapılmıştır.

Konik pimler, şekilleri ve kullanma yerlerine göre boydan boya konik pimler ve vidalı konik pimler olmak üzere çeşitli şekillerde yapılır. Şekil 1.17'de resimleri ve ölçülendirilmesi verilmiştir.

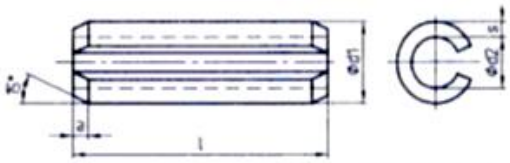


Şekil 1.17: Konik pimler

➢ Yay Tipi Pimler

Yay tipi pim, takıldıkları yerde yaylanarak sıkı duran, pim yerine kullanılan çelikten yapılmış dairesel kesitli bir bağlantı elemanıdır.

Yay tipi pimler, bağlayacağı parçalara matkapla delik delindikten sonra çakılır.



Şekil 1.18:Yay tipi pim

- **Vidalı Pimler**

Vidalı pimler, genellikle parçaları birbirine çözülebilir şekilde bağlamaya yarayan, üzerinde çeşitli boylarda diş bulunan makine elemanlarıdır.

1.4 Vida Dişleri

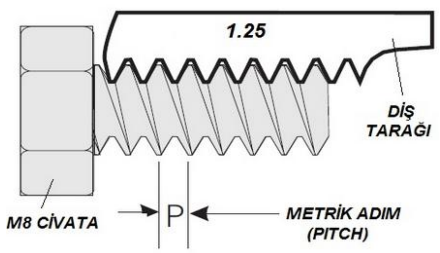
1.4.1. Tanımı

Silindirik dış ve iç yüzeylere açılan aynı profildeki helisel oluklara vida, helisel olukların meydana getirdiği girinti ve çıkıntılara ise vida dişi denir.

Vida dişleri, makine elemanlarının sökülebilir birleştirilmesinde ve hareket iletiminde önemli rol oynar.

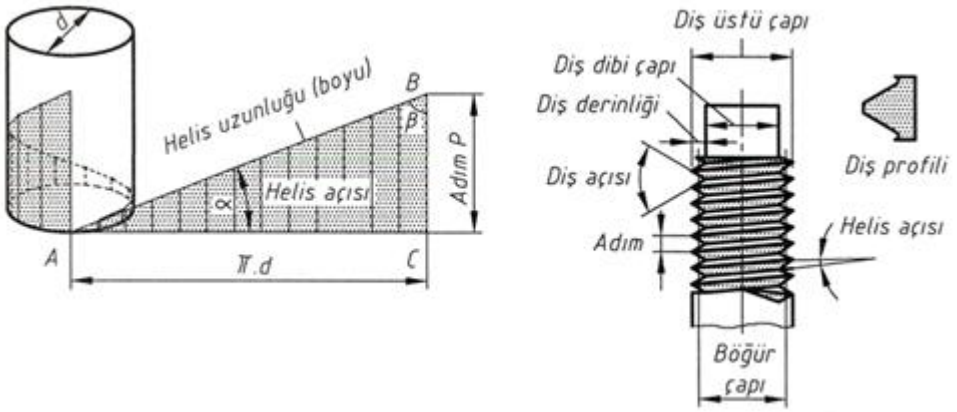
1.4.2. Elemanları

Vidayı oluşturan helis; bir silindirin ekseni etrafında düzgün dairesel hareketle dönmesiyle, silindirin yanal yüzeyindeki bir noktanın eksen doğrultusunda aldığı yolun çizdiği yörüngedir. Silindirin çevresine, taban kenarı silindirin çevre uzunluğuna eşit bir dik üçgen saracak olursak dik üçgenin hipotenüsünün silindir üzerindeki izi, vida helisini meydana getirir. Üçgenin taban kenarı silindirin çevresine eşittir. Dik üçgenin diğer kenarı helis adımına denktir.



Şekil 1.19:Diş tarağı ilke adımın kontrolü

Vida adımını şu şekilde kısaca tanımlayabiliriz. Adım (hatve) bir cıvata, saplama, somunun vs..bir tam tur dönmesi ile almış olduğu yoldur. Başka bir ifade ile bir diş dolusu ve bir diş boşluğu arasındaki mesafedir.Adım diş tarakları veya kumpaslarla kontrol edilir.(Şekil 1.19)



Şekil 1.20: Vida helisi

Çevreyle vida helisi arasındaki açı, vidanın helis açısıdır. (Şekil 1.20)

$$Tg\alpha = \frac{\text{Adım(P)}}{\pi \times d}$$

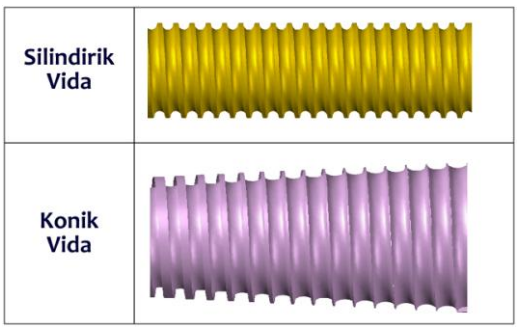
1.4.3. Sınıflandırılması

Vidalar, biçim ve boyutları bakımından TS 61'de standartlaştırılmıştır. Vidalar, açıldığı yüzeylere, vida sistemine, vida profiline, kabalık incelik durumuna, kullanım amacına, dönme yönüne, ağız sayısına ve kullanma yerlerine göre sınıflandırılabilir.

- **Vida Açıldığı Yüzeylere Göre Sınıflandırma**

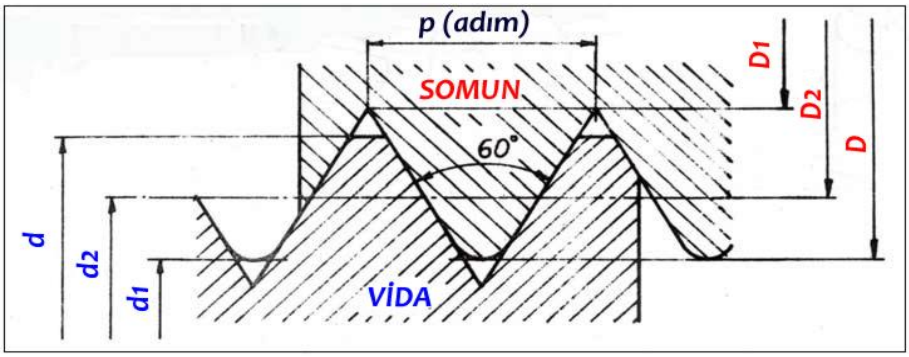
Vida dişleri, açıldığı yüzeylere göre sınıflandırılmaktadır.

- **Silindirik Vida (Düz Vida)**: Silindirik vida, silindirin iç ve dış yüzeyinde, helis şeklindeki yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekildir. (Şekil 1.21)
- **Konik Vida:** Konik vida, koninin iç veya dış yan yüzeyinde helis şeklindeki yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekildir. (Şekil 1.21)



Şekil 1.21: Silindirik ve konik vida

- **Vidaların Ölçü Sistemlerine Göre Sınıflandırılması**

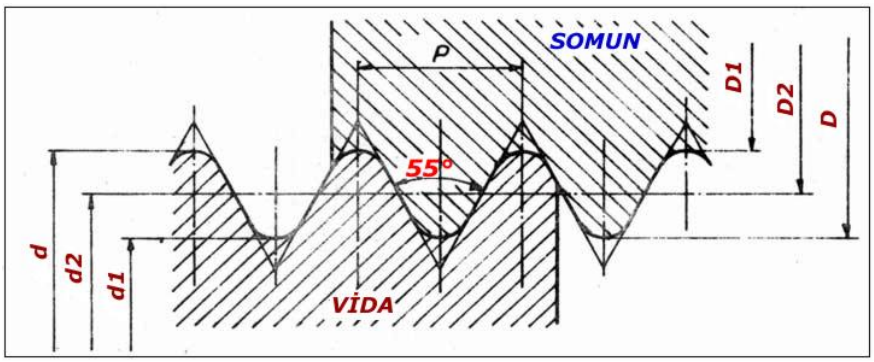


Şekil 1.22: Metrik vida

- **Metrik dişli vida:** Metrik vida, diş profil açısı 60° olup dişlerinin kesiti eş kenar üçgen biçimindeki vidalardır. (TS 61)Vidanın en önemli elemanı olan adım (P), bir diş dolusu ile bir diş boşluğundan oluşur. Metrik vidalarda adım, milimetre cinsinden belirtilir. Vidanın elemanları adıma göre hesaplanır, Metrik vidanın adsal ölçüsü, diş üstü çapına göre verilir. (Şekil 1.22)

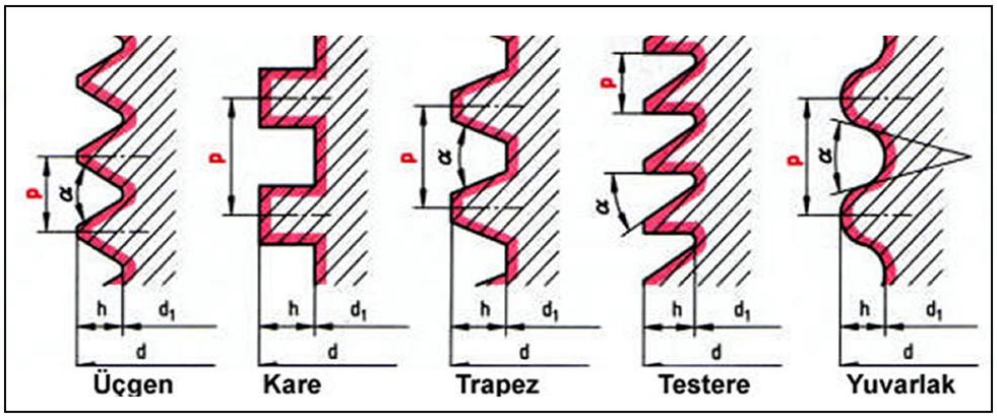
- **Metrik ince diş vida** Bu vidanın adımı, ayni çaptaki normal metrik vidaya göre daha küçüktür, dişler sık ve incedir.(TS 61/8–4)

- **İnç (Whitworth) vida** İnç vida, adımı 25,4 mm'deki vida dişi sayısı şeklinde gösterilen üçgen vidadır.Diş profil açısı 55° olup dişlerinin kesiti ikiz kenar üçgen biçimindedir. Vida dişlerinin uçları ve dipleri, teorik üçgen yüksekliğinin 1/6 'si kadar kesilip yuvarlatıldığımdan boşluksuzdur. Vidanın elemanları adıma göre belirlenir. İnç vidalarda adım, parmaktaki diş sayısıolarak verilir. (Şekil 1.23)



Şekil 1.23: İnç (whitworth vida)

- **Vida Profiline Göre Sınıflandırma**



Şekil 1.24: Vida profiline göre vida çeşitleri

- **Üçgen profilli vidalar:** Tepe açısı 55°-60° olan ikizkenar veya eşkenar üçgen profilli vidalardır. Bağlantı amaçlı vidalarda kullanılır (Şekil 1.24).

- **Trapez profilli vidalar:** Vida dişi tepeleri ve dipleri geniş olan (sivri olmayan) trapez profilli, simetrik kesitli vidalardır. Trapez vidalar hareket vidası olarak preslerde, krikolarda, vanalarda, torna ve freze tezgâhlarının tabla ve konsol millerinde kullanılır (Şekil 1.24).

- **Testere profilli vidalar:** Diş açısı 33° ve diş profili testere dişleri profiline benzeyen asimetrik kesitli vidadır. Tek yönlü aşırı yüklemelerde, özellikle preslerde kullanılır(Şekil 1.24).

- **Yuvarlak profilli vidalar:** Diş profili, tepe açısı 30° ikizkenar üçgen olan diş dibi ve diş tepesi yuvarlatılmış vidadır. Keskin kenarlı olmadıklarından gereksiz maddeler, toz, kum ve pastan daha az zarar görür. Bu nedenle kirli su vanalarında, düzgünlük gerekmeyen ampullerde ve gereci plastik veya cam gibi kırılma tehlikesi olan yerlerde kullanılır (Şekil 1.24).

- **Kare vida:** Vida dişi kesiti kareye çok yakın olan vidadır. Kuvvet ve hareket iletiminde kullanılır. Kare vidanın standardı yoktur (Şekil 1.24).

- **Vidaların Kullanma Amacına Göre Sınıflandırma**

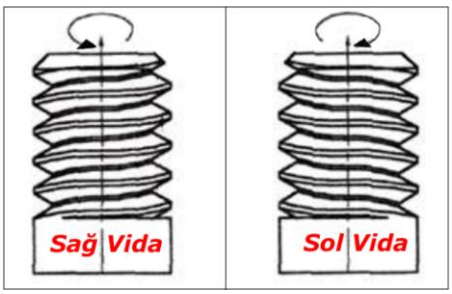
  - **Bağlama vidaları:** Makine parçalarının sökülebilir şekilde bağlanmasında kullanılan vidalardır. Örneğin üçgen profilli vidalar, bağlama vidalarıdır.

- **Hareket vidaları:** Hareket ve kuvvet iletiminde kullanılan vidalardır. Örneğin trapez, yuvarlak, testere ve kare vidalar hareket vidalarıdır. Hareket vidalarıyla dönme hareketleri, doğrusal hareketlere dönüştürülür.

- **Boru vidası:** Boru ve bağlantı parçalarında, hidrolik sistemlerde ve benzeri yerlerde kullanılan silindirik ve konik vidalardır. Silindirik ve konik boru vidası olarak iki çeşittir.

- **Dönüş Yönüne Göre Sınıflandırma**

Dönme yönüne göre sağ ve sol vida dişi olarak gruplara ayrılır. Saat yönünde döndürüldüğünde sıkma yapan vida sağ vidadır. Saat yönünün tersinde sıkma yapan vida ise sol vidadır. Sol vida ancak özel durumlarda kullanılır. Sağ vidanın gösterilmesinde vida yönünün belirtilmesi gerekmez(Şekil 1.25).



Şekil 1.25: Sağ ve sol vida

- **Kullanılma Yerlerine Göre Sınıflandırma**

  - **Metal vidaları:** Profilli vidalardır. Üçgen, kare, trapez, yuvarlak ve özel profilli vidaların tümü bu grupta değerlendirilir.

  - **Saç vidaları:** Sac ve et kalınlığı ince gereçleri birbirine çözülebilir şekilde bağlamaya yarayan cıvatalarda kullanılır.

  - **Ağaç (ahşap) vidaları:** Ahşap parçaları çözülebilir bir şekilde bağlamaya yarayan cıvatalarda kullanılır (Şekil 1.26).

Şekil 1.26: Kullanım yerlerine göre vida çeşitleri

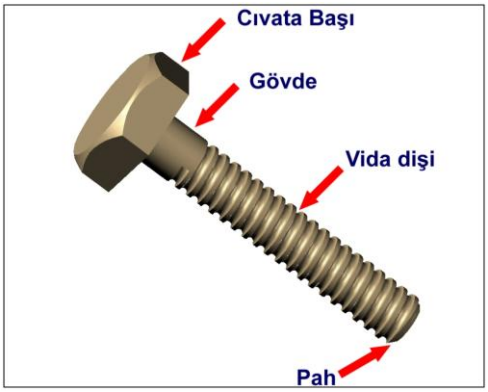
1.5. Cıvata ve Somunlar

Makine parçalarını meydana getiren en önemli kısımlardan biriside cıvatalardır.Cıvatalar genellikle somunla birlikte kullanılır.

Resim 1.13: Cıvata ve somun çeşitleri

1.5.1. Cıvatalar

Tipik bir cıvata ve kısımları Şekil 1.27 ‘de gösterilmektedir.



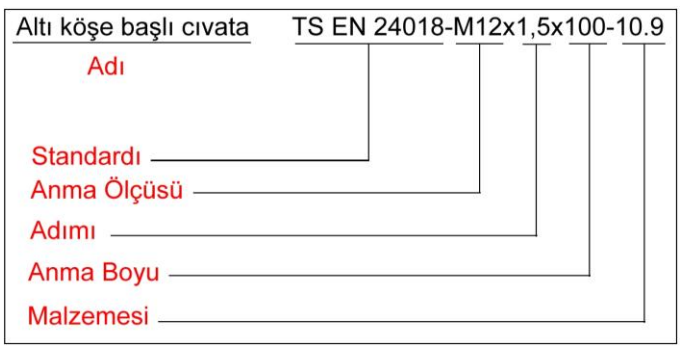
Şekil 1.27: Cıvata ve kısımları

1.5.1.1. Tanımı

Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan, gövde kısmına vida dişi açılmış, başı altıgen, dörtgen veya değişik biçimlerde şekillendirilmiş standart makine elemanlarına cıvata denir.

Cıvata ya da vidanın başıyla birleşen ve üzerinde kısmen veya tamamen vida dişi açılmış kısmına vida denir. Vida dişlerinin kolay ağızlanması için gövde ucu bombeli veya konik olarak şekillendirilir. Konik olarak şekillendirilmiş vida ucuna kırma açısı (pah) denir. Şekil 1.28'de cıvata ve kısımları görülmektedir.

Cıvatalar kullanma amaçlarına göre anma çapları ve baş kısımlarının biçimlerine esas alınarak standart ölçüler içinde yapılırlar.



Şekil 1.28: Cıvata standardı

1.5.1.2. Çeşitleri

Cıvatalar baş ve gövde şekline göre gruplandırılırlar

- **Baş Şekillerine Göre Sınıflandırma**
  - **Altı Köşe Başlı Cıvatalar**

Cıvata başının, bağlantısının dışında kalmasında sakınca olmayan, çeşitli anahtarlarla sökülüp takılmaya elverişli büyük ve güçlü sıkma gerektiren yerlerde kullanılır(Resim 1.14).

Resim 1.14: Altı köşe ve dört köşe başlı cıvata

- **Dört Köşe Başlı Cıvatalar**

Çelik konstrüksiyon bağlantılarında kullanılan, anahtarlarla sökülüp takılan ve başının bağlantının dışında kalmasında sakınca bulunmayan yerlerde kullanılır (Resim 1.14).

- **Silindirik Başlı Cıvatalar (Allen Başlı Cıvatalar)**

Cıvata başının bağlantının dışında kalmasında sakınca bulunan kuvvetli sıkma gerektiren yerlerde kullanılır. Başın ortasında altı köşe oyuk vardır. Allen isimli özel anahtarla sökülüp takılır(Resim 1.15).

Resim 1.15: Cıvata çeşitleri-I

- **Mercimek Başlı Cıvatalar**

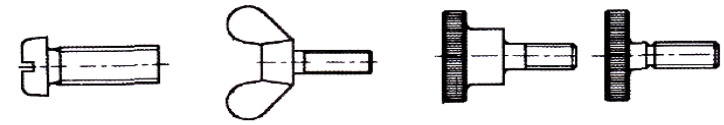
Mercimek başlı cıvatalar birleştirmeler de sıklıkla kullanılan cıvatalardandır.. Tornavida ağzı açılmıştır (Resim 1.15).

- **HavşaBaşlı Cıvatalar**

Tornavidayla sökülüp takılabilen ve orta sıkma kuvveti gerektiren yerlerde kullanılan küçük boyutlu cıvatalardır (Resim 1.15).

- **Bombe Başlı Cıvatalar**

Sac metal birleştirmelerinde kullanılır. Tornavida ağzı açılmıştır. Orta kuvvetle sıkma gerektiren yerlerde kullanılır (Resim 1.15).



Şekil 1.29: Cıvata çeşitleri-II

- **Kesik Koni Başlı Cıvatalar**

Küçük boyutlu cıvatalardır, cıvata başının bağlantının dışında kalmasında sakınca olmayan küçük sıkma kuvveti uygulanan yerlerde kullanılır (Şekil 1.29).

- **Kelebek Başlı Cıvatalar**

Kelebek başlı cıvatalar, el ile sıkma kuvvetinin yeterli olduğu yerlerde kullanılır (Şekil 1.29).

- **Tırtır Başlı Cıvatalar**

Cıvata başının bağlantı dışında kalmasında sakınca olmayan, küçük sıkma gereken ve elle sökülüp takılabilen yerlerde kullanılır (Şekil 1.29).

- **Delik Başlı Cıvatalar**

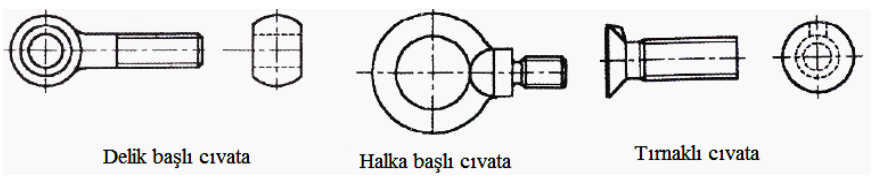
Delik kısmından yataklanarak özellikle çabuk bağlama sistemlerinde kullanılır **(**Şekil 1.30).

- **Halka Başlı Cıvatalar**

Ağır makine parçalarının kaldırılarak taşınmasında kullanılır. Kaldırılacak parçanın uygun yerine vidalanır. Halka kısmından zincirle kaldırma aracına (vinç vb.) bağlanır **(**Şekil 1.30).

- **Tırnaklı Cıvatalar**

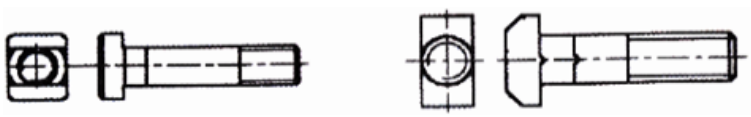
Havşa başın altında tırnak ismi verilen bir çıkıntı vardır. Cıvatanın somunla birlikte dönmesinin başka şekilde engellenememesi durumlarında kullanılır **(**Şekil 1.30).



Şekil 1.30: Cıvata çeşitleri-III

- **T Kanal Cıvataları**

Parçaların T kanallı tablalara bağlanmasında kullanılır. Cıvata başı, kanal içerisinden dönmeden kanal boyuna hareket edebilir **(**Şekil 1.31).



Şekil 1.31: T Kanal cıvata

➢ **Gövde Şekline Göre Sınıflandırma**

- **Saplamalar**

Resim 1.16: Saplama çeşitleri

İki ucuna normal ya da ince, üçgen vida çekilmiş silindirik çubuklara saplama denir. Saplamalar TS 1025 standart numarası ile standartlaştırılmıştır. Ölçüleri ve çeşitleri ilgili standart numarasından belirlenebilir. (Resim 1.16)

- **Germe Cıvataları**

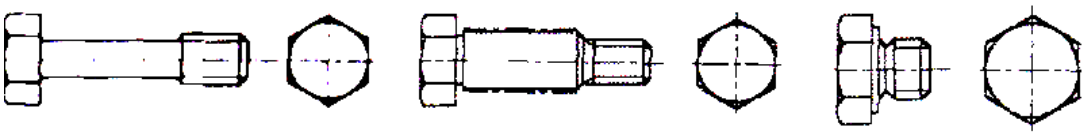
Uzun mil boylarında, dinamik zorlanmalarla karşılaşılan (örneğin biyel kollan ve yüksek basınçlı flanş bağlantılarında kullanılan) vida çeşididir (Şekil 1.32).

- **Alıştırma Cıvataları**

Birleştirilen iki parçanın birbirine göre konumunun sağlanmasını ve sabitlenmesini gerektiren durumlarda kullanılan cıvata çeşididir **(**Şekil 1.32).

- **Tapalama Cıvataları**

Boşaltma deliklerinin tıkanmasında kullanılan kısa gövdeli, ince adımlı bir cıvata çeşididir **(**Şekil 1.32).



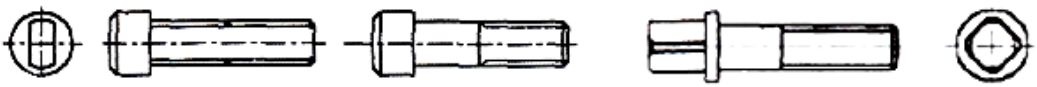
Şekil 1.32: Gövde şekline göre cıvatalar-I

- **Yaprak Yay Cıvataları**

Yük taşıtlarında kullanılan yaprak yay katlarının birbirine bağlanmasında kullanılan cıvata çeşididir (Şekil 1.33).

- **Dayama ve Ayar Cıvataları**

Cıvata ucu, biçimi kısa memeli, bombeli ve konik uçlu biçimli kare başlı cıvatalardır **(**Şekil 1.33).



Yaprak yay cıvataları Dayama ve ayar cıvataları

Şekil 1.33: Gövde şekline göre cıvatalar-II

- **Vidalı Pimler**

Gövdesi üstünde vida dişi olan başsız cıvata olarak açıklanabilir. Gövde ucu kullanılma yerine göre biçimlendirilmiştir. Mil üzerindeki makine parçalarının konumunu sabitlemek ve makine parçalarını ayarlamak amacıyla kullanılır (Resim 1.17).

Resim 1.17: Vidalı pim

- **Sac Cıvataları**

Yıldız silindir başlı sac cıvatası Yıldız havşa başlı sac cıvatası Düz silindir başlı sac cıvatası

Resim 1.18: Sac cıvataları

2,5 mm'ye kadar ince sacların bağlanmasında kullanılır. Birleştirme sırasında sac somun görevini yapar. Büyük adımlı ve keskin kenarlı vida dişine sahiptir. Yıldız tornavida yarıklı olanlar daha sıkı bağlama gerçekleştirir (Resim 1.18).

- **Matkaplı Cıvatalar**

10 mm kalınlığa kadar parçalara vida deliğini kendi delerek parçaları birleştirmeyi sağlar. Bunun için gövde ucu, matkap ucu şeklinde biçimlendirilmiştir (şekil 2.20).

Resim 1.19: Matkap uçlu cıvatalar

- **Ağaç Cıvataları**

Büyük adımlı ve keskin kenarlı vida dişine sahiptir. Sivri ucuna kadar vida diĞi açılmıştır. Birleştirilecek parçalardan biri ahşap gerecidir. Ahşap gereç, somun görevi yapar.

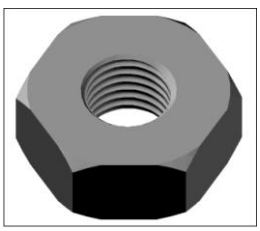
1.5.2. Somunlar

1.5.2.1. Tanımı

Cıvatalara, saplamalara vb. vida açılmış makine parçalarınavidalanarak bağlantı sağlayan makine elemanlarına **somun** denir.

Somun üst yüzeyiyle oturma yüzeyi arasındaki mesafeye somun kalınlığı (m) denir. Somunlardan en çok altı köşe somun kullanılır.

Somunlar, vida anma çapı ve dış kısmın biçimine göre TS 1026 standart numarasına göre standartlaştırılmışlardır ve standart ölçülerde yapılırlar(Şekil 1.35).

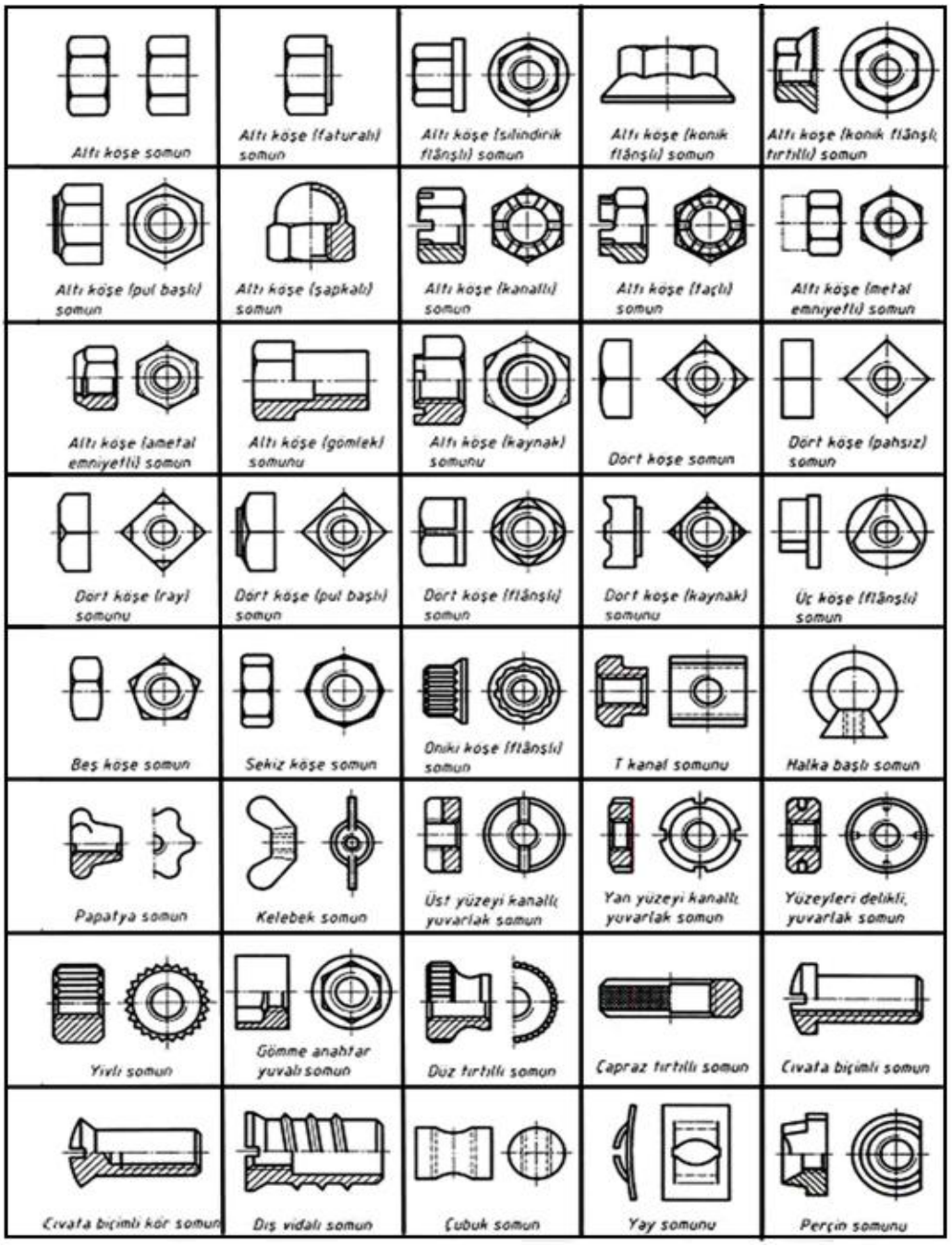


Şekil 1.34: Somun

Şekil 1.35: Somun standardı

1.5.2.2. Çeşitleri

Somunlar, dış çevresi biçimlerin göre gruplandırılır. Şekil 1.36'daTS 1026 / 1'e göre çeşitli somunların resimleri görülmektedir.



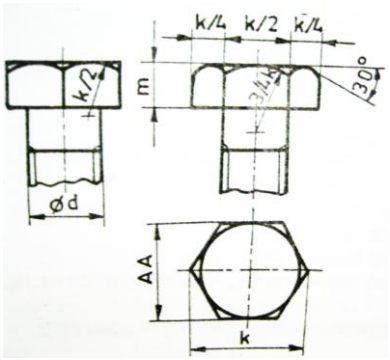
Şekil 1.36: Somun çeşitleri

1.5.3. Altı Köşe Başlı Cıvatada Anahtar Ağzı Hesabı ve Standart Ölçüleri

Özellikle d anma çapı büyük olan cıvatalar, altı köşe başlı oluklar ve anahtar ile sıkılır ya da gevşetilebilir.

Altı köşe başlı cıvatanın m ile gösterilen baş kalınlığı: $m = 0{,}7 \times d$'dir. Altı köşe başlı cıvatalar anahtar ile sökülüp takılırlar. Altı köşe başlı cıvatanın AA anahtar ağzı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$AA = 0{,}866 \times k$ (Formülde $k = d$'dir.)

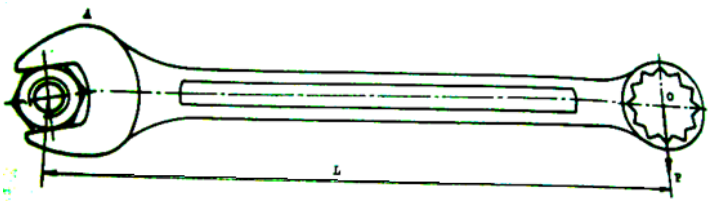


Şekil 1.37: Altı köşe başlı cıvata ölçüleri

1.5.4. Cıvata ve Somunların Sıkılmasında Tork Hesabı

Şekil 1.38'de A ucu sabit açık ve B ucu yıldız olan anahtar görülmektedir. Sabit açık ağızlı anahtar ile kavranan somun, B yıldız anahtar kısmı avcumuz içine alarak, P kuvveti le sıkacak olursak uygulayacağımız P kuvveti tatbik noktası 0 olabilir. 0 noktasının, somun merkezine olan açıklığı L olduğuna göre, P kuvvetinin oluşturduğu torkun (Momentin) değeri;

$Tork = P \times L$ 'olur.



Şekil 1.38: Cıvata ve somunun sıkılması

1.6. Rondela ve Emniyet Sacları

Rondelalar ve emniyet sacları somunların frenlenmesi için kullanılan makine elemanlarıdır.

1.6.1. Somunların Frenlenmesi

Somunlar veya cıvatalar, titreşimlerin etkisi ile ve zamanla gevşeyebilir. Somunlar veya cıvataların gevşemesi bazı makine ve elemanlarının çalışmasını ve ayarlarını olumsuz olarak etkileyebilir. Hatta bazen iş kazlarına bile sebep olabilir. Bu önemli olumsuzluğu önlemek için cıvata ve somunların frenlenmesinin yapılması gerekir.

Somunların frenleme türleri birleştirmenin önem deresine uygun olarak ikiye ayrılır;

- **Somunların Kısmi Olarak Frenlenmesi**

Somunların kısmi olarak frenlenmesi karşılık (kontra) somunla, yaylı halka rondela ile, dalgalı yaylı rondelayla veya daha farklı rondela çeşitleri ile yapılabilir.

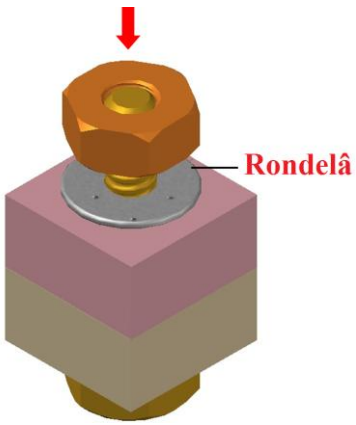
- **Somunların Kesin Frenlenmesi**

Kesin frenleme türünde somunun kendiliğinden çözülme olasılığı yoktur.

Somunların kesin frenlenmesi ise; emniyet sacları ile yapılır.

1.6.2. Rondelalar

Birim alana gelen sıkma kuvvetini azaltıp işin yüzeyini korumak için somun ve cıvata altına konan elemanlara rondelâ denir. Şekil 1.39'da rondelâ resmi görülmektedir.



Şekil 1.39: Rondelâ

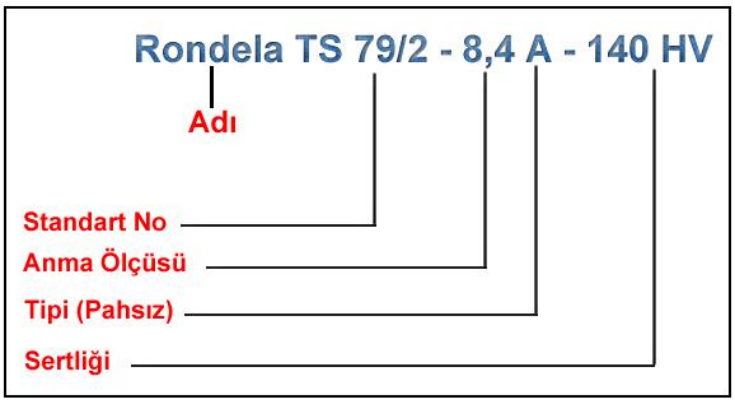
Rondelâların kullanım yerine göre birçok çeşidi bulunur. Genel olarak en çok kullanılan rondelâ çeşitleri;

- Düz rondelâ
- Metrik yaylı rondelâ
- Kare (U) rondelâ
- Tırtıllı rondelâ'dır.

Şekil 1.40'da farklı rondelâların resimleri görülmektedir.

Şekil 1.40: Rondelâ resimleri

Rondelâların TS 79'a göre standart gösterimi Şekil 1.41'de görülmektedir.



Şekil 1.41: Rondelâ standardı

1.6.3. Emniyet Sacları

Emniyet sacları, parçaların cıvata, somun ve benzeri vidalı elemanlarla birbirine bağlanmaları sırasında, oturma yerindeki yüzeylerin zedelenmesini önleyen ve/veya bağlantının kesin olarak kendiliğinden gevşemesine engel olan, ortası delik, dışında ve ortasında çeşitli geometrilerde kulak ve gaga (tırnak) bulunan metal makine elemanlarıdır.

Titreşimli ve darbeli çalışılan yerlerde somunlar gevşeyip çözülmemesi için altlarına konulacak emniyet sacları ile emniyete alınır. Sıkıştırılmış bir cıvata da vida dişleri somun dişlerine tek taraflı dayanır. Dayanma yüzeyindeki sürtünme, somun veya vidanın çözülmesini önler. Darbe ve sarsıntılar cıvataların ve somunların çözülmesine sebebiyet verdiğinden emniyet saclarına ihtiyaç duyulur ve kullanılır.

Emniyet sacları şekilleri bakımından çeşitlerinin bazıları şunlardır;

- **Kulaklı Emniyet Sacları**

Kulaklı emniyet sacı, cıvata ve benzeri vidalı elemanlarla yapılan bağlantıların kendiliğinden gevşemesine engel olan emniyet saclarıdır (Şekil 1.42).

- **Bir kulaklı emniyet sacları**
- **İki kulaklı emniyet sacları**
- **Çok kulaklı emniyet sacları**

➢ **Gagalı emniyet sacları**

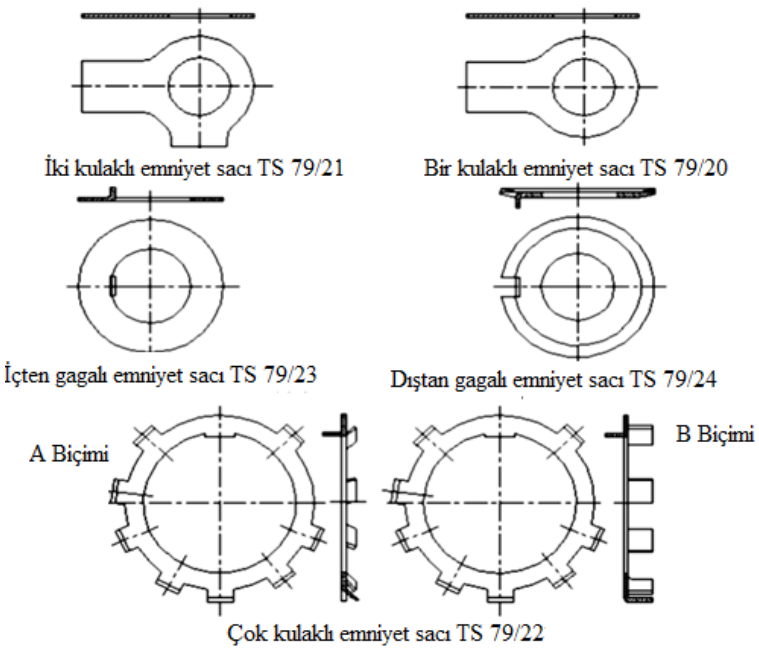
Gagalı emniyet sacı, iç veya dış çevresinde dışa doğru kıvrılmış çıkıntısı bulunan emniyet sacıdır (Şekil 1.42).

- **İçten gagalı emniyet sacları**
- **Dıştan gagalı emniyet sacları**
- **Yüksük biçimli yandan gagalı emniyet sacları**

➢ **Kanatlı Emniyet Sacları**

Kanatlı emniyet sacı, çevre kısmında düz veya yelpaze şeklinde kanatları olan emniyet saclarıdır (Şekil 1.42).

- **Normal emniyet sacları**
- **Rondelası düşmeyen cıvatalar için emniyet sacları**



Şekil 1.42: Çeşitli emniyet sacları

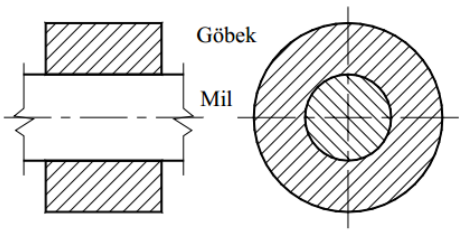
➢ **Somun Tutma Emniyet Sacları**

Somun tutma emniyet sacı, dört köşe somunları tutmak üzere bir veya her iki tarafından nokta kaynağı ile tespit edilen emniyet saclarıdır.

- **Dört köşe somunları tutmak için açık emniyet sacları**
- **Dört köşe somunları tutmak için kapalı emniyet sacları**

1.7. Mil Göbek Bağlantıları

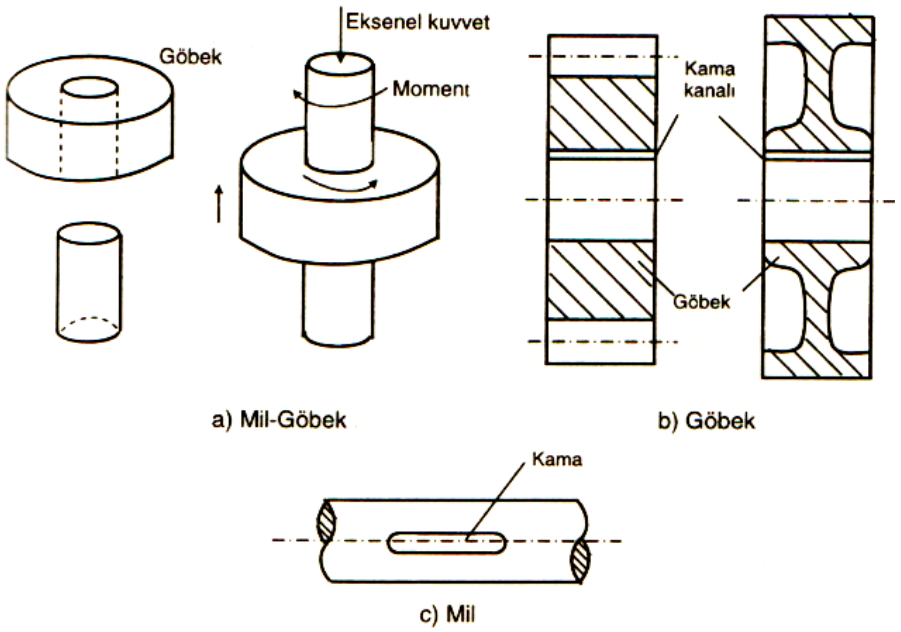
Mil üzerine tespit edilen dişli çark, volan, kasnak vb gibi dönen elemanlar genel anlamda göbek denir.Ayrı ayrı imal edilen mil ve göbek çeşitli yöntemlerle birbirine bağlanır. Bu bağlantılarla genellikle bir burulma (döndürme) momenti iletilir.



Şekil 1.43: Mil ve göbek bağlantısı

Bağlantının amacı; mil ve göbeğin bağıl dönmelerini engelleyerek kuvvet/moment iletmektir.

Mil göbek bağlantılarında kullanılan bağlama elemanları şekil bağlı ve kuvvet bağlı olmak üzere iki gruba ayrılır. Şekil bağlı bağlama elemanlarında, burulma momenti doğrudan doğruya bağlama elemanı üzerinden iletilir. Bu gruba uygu kamaları, profilli miller ve pimler girer.



Şekil 1.44: Kamalı mil göbek bağlantısı

Kamalar mil ve göbek arasındaki bağıl hareketi önleyen ve momenti/hareketi milden göbeğe veya göbekten mile ileten elemanlardır.

Kuvvet bağlı bağlama elemanlarında, mil göbek arasında bir basınç meydana getirir. Bu basınç bir sürtünme kuvveti meydana getirir sürtünme kuvveti yüksek oldukça burulma momenti sürtünme yolu ile iletilir. Kama, teğetsel kama, konik geçme ve sıkı geçme gibi bağlantılar bu gruba girer.

1.8. Yaylar ve Yaylı Bağlantılar

Yaylar gerildiği zaman enerji depolayan, kendi hâline bırakıldığında da bu enerjiyi aynı miktarda geri veren makine elemanlarıdır.

Resim 1.20: Çeşitli yaylar

Yaylar genellikle titreşim ve sarsıntıları azaltmak (otomobilde süspansiyon sistemi yayaları vb.) darbeleri önlemek (tampon yayları vb.) makine parçalarını aynı konumda tutmak (bileşik kalıplar, supap sistemi yayları vb.), bir hareket oluşturmak (saat zemberekleri, kurulan oyuncaklar vb.) amacı ile kullanılır.

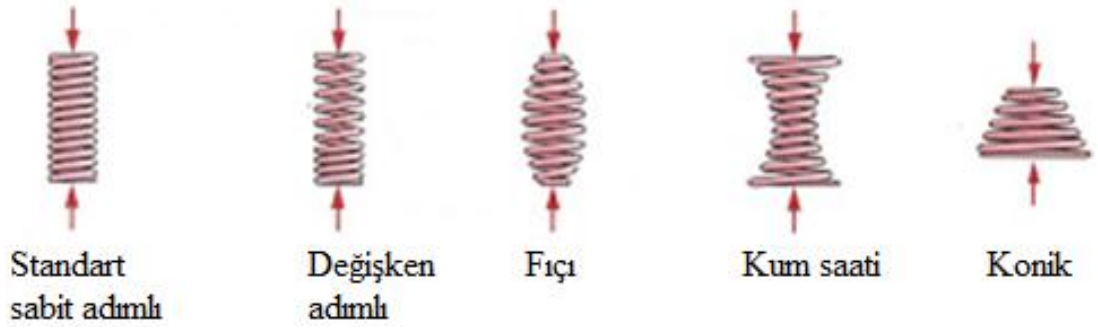
Yaylar uygulanan kuvvetin etkisine göre; basılır, çekilir veya burulurlar. Bu çalışma konumlarına en iyi yanıt verecek yay biçimi ve kesiti hesaplanarak boyutlar belirlenir.

Tel çapı 10–60 mm ve yay ortalama çapı 300 mm'ye kadar yaylar TS 1441'de standartlaştırılmıştır.

1.8.1. Çeşitleri

- **Helisel Basınç Yayları**

Basınç yayaları bası kuvvetine karşı koyarak çalışan yaylardır. Tel çağı 10 mm'ye kadar soğuk 10-17 mm arası yapıldığı malzemeye uygun olarak soğuk yada sıcak olarak bükülürler. Basınç yayları uçları kapalı olarak yapılırlar (Şekil 1.45).



Şekil 1.45: Helisel basınç yayları

- **Helisel Çeki Yayları**

Çeki yayları çeken bir kuvvete karşı koyarak çalışan yaylardır. 17 mm'ye kadar soğuk sarılırlar. Çok büyük ve yüksek zorlanmaya karşı çalışan yaylar 10 mm çaptan itibaren iç gerginlik giderme tavlaması yapılır. Çekme işi uçlarda olan kancalarla yapılır(Şekil 1.46).

Şekil 1.46: Helisel çeki yayları

- **Burulma Yayları**

Dairesel kesitli tellerin helisel olarak sarılması ile elde edilir. Yayların uçları bağlanacak parçaların konumlarına uygun olarak farklı şekillerde yapılır(Resim 1.21).

Resim 1.21: Burulma yayları

- **Halka Yaylar (Disk Yaylar)**

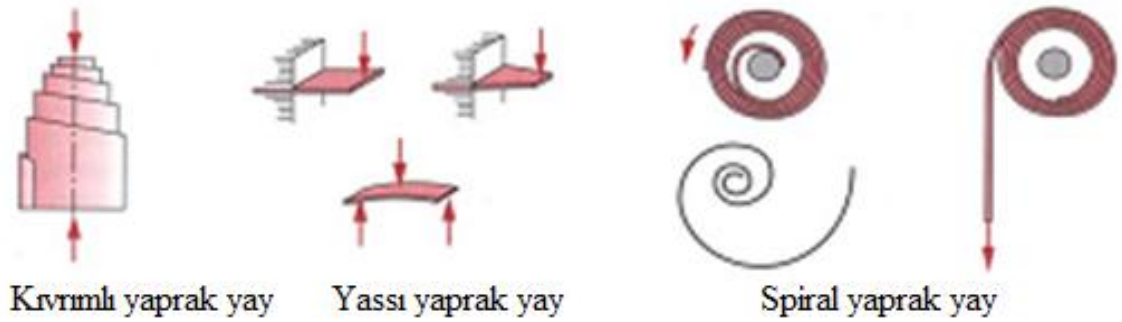
Halka yaylar tek parça olarak, paket hâlinde veya teleskop hâlinde kullanılır. Az yer kaplarlar ve daha büyük kuvvetleri taşırlar(Şekil 1.47).

Şekil 1.47: Halka yaylar

- **Yaprak Yaylar**

Yaprak yay dikdörtgen kesitli çelik lamalara yarı eliptik bir biçim verildikten ve ısıl işleminden sonra üst üste dizilmesi ve bunların bir merkez cıvatası ve kelepçelerle birbirine bağlanması sonucu oluşan yaprak demetidir.

Kara taşıtları için standartlaştırılan yaprak yaylar günümüzde tarım arabalarında (Römork) ve su tankerlerinde kullanılır.



Şekil 1.48: Yaprak yaylar

1.8.2. Yayların Hesabı

Yaylar çok kullanılan makine elemanlarıdır. Basma, çekme, disk ve yaprak yaylar standartlaştırılmıştır. Standart yay elemanlarının değerleri çizelgelerde verilmiştir. Bu yayların çizimleri için ölçüler çizelgelerden alınır. Küçük işletmelerde helisel basma yayları üretilebilir. Bunun için basit hesaplamalaryapılır. Hesaplamalar için basit formüller Tablo1.2'de verilmiştir.

Yay tel çapı	d	
Yay ortalama çapı	Dm	
Çalışan sarım sayısı	if	
En büyük yaylanma	Fn	
Yay iç çapı	Di	Di=Dm-d
Malafa çapı	Dd	Dd=Di-g
Yay adımı	h	h=(Lo-2d):if
Gereç gevşeme katsayısı	k	k= ∿ 0.02
Halka sayı değeri	ki	ki=ig
Gevşeme miktarı	g	g=Di.h.k
Toplam sarım sayısı	ig	ig=if+2
Sarma oranı	w	w=Dm:d
Sarım aralığı	Sa	Sa=x.d.if
Yay serbest uzunluğu	Lo	Lo=if.h + 2d
Yay sıkışma uzunluğu	Ln	Ln=LBL-Sa
Yay blok uzunluğu	LBL	LBL=ki.d max
Bir helis boyu	l	$l=\sqrt{(Dm.\Pi)^2+h^2}$
Tel boyu	L	L=l.ig
Yay blok uzunluğu	Lk	Lk=(ig-1).d
Yay serbest uzunluğu	Lo	Lo=Lk+2LH
Yay ortalama çapı	Dmort	=(Dmk+Dmb):2

Tablo 1.2: Yay hesapları formülleri

Yay gereci, malafa adı verilen silindirik bir parça üzerine sarılarak yapılır. Malafa çapı, yay iç çapından küçük seçilir. Bunun için malafa çapı ve tel boyunun hesaplanması yapılır.

1.9. Geçmeler

Bir göbeği bir mile yalnız sürtünmeden yararlanarak bağlamak için yapılan bağlantıya geçme adı verilir.

Bu bağlantıda kaymaya karşı bir kama yada pim kullanılmaz. Mil çapı göbek çapından biraz daha büyük alınır. Mil ve göbek malzemelerinin esnekliğinden dolayı birbirlerine geçerlerken temas eden yüzey basıncı alana düzgün olarak dağılırlar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Sökülebilen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapınız.

Uygulama 1-

70 mm çapındaki bir mil üzerindeki kasnak, genişliği 12 mm olan bir kama ile birleştirilerek 10 bg'yi taşıyacaktır. Kasnak 100 dev/dk ile döneceğine ve kama gerecinin kesilme gerilmesi 2500 kg/cm^{2}olduğuna göre 5 kat güvenle çalışacak kamanın boyunu bulunuz?

Öneriler:

Önce kama gerecinin kama gerecinin kesilmeye karşı emniyetli gerilmesini hesaplayınız.

Verilenler:

r= 70/2= 35mm=3,5 cm
b= 12 mm= 1,2 cm
N= 10 bg
N=100 dev/dk.
K=5
$\tau = 2500$ kg/cm^2
l=?

Çözüm:

$$\tau em = \frac{\tau}{k} = \frac{2500}{5} = 500 \text{kg/cm}^2$$

$$\tau em = \frac{71620 \times \text{N}}{b \times \text{l} \times \text{r} \times \text{n}} \ldots\ldots\ldots\ldots l = \frac{71620 \times \text{N}}{b \times \tau em \times \text{r} \times \text{n}} = \frac{71620 \times 10}{1{,}2 \times 500 \times 3{,}5 \times 100} = \frac{716200}{210000} = 3{,}4 \sim 3{,}5 \text{cm}$$

$l \cong 35\ mm$bulunur.

Uygulama 2-

Anahtar ucuna 30 kg'lik bir kuvvet uygulandığı zaman ve L açıklığı da 20 cm ise, oluşan tork değeri ne kadar olur?

Öneriler:

Bilinen değerler;
P= 30 kg
L= 20cm= 0,2 m'ye göre tork değerlerini hesaplayınız.

Çözüm:

$$Tork = P \times L$$
$$Tork = 30 \times 0{,}2$$
$$Tork = 6\ kgm \text{ bulunur.}$$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İki veya daha fazla parçanın birbiri ile tahrip olmadan birleştirilmesi şeklinde yapılan birleştirme çeşididir. Bu tür birleştirmelerde parçalar sökülse dahi kendi özelliklerini kaybetmezler

Yukarıda anlatılan birleştirme çeşidi hangisidir?

A) Sökülebilen birleştirmeler
B) Sökülemeyen birleştirmeler
C) Kaynaklı birleştirmeler
D) Sıkı geçmeler

2. Rüzgâr enerjisinden elektrik üreten merkezlere ne denir?

A) Basınç makineleri
B) Elektrik motorları
C) Rüzgâr gülü
D) Rüzgâr santrali

3. Mil ve göbek arasındaki bağıl hareketi önleyerek momenti/hareketi milden göbeğe veya göbekten mile ileten yada güvenlik sağlamaya yarayan makine elemanlarına ne denir?

A) Cıvata
B) Saplama
C) Kama
D) Perçin

4. Makine parçalarını hareketsiz fakat sökülebilir şekilde birleştiren çelikten yapılmış silindirik veya konik makine elemanlarına ne denir?

A) Cıvata
B) Saplama
C) Kama
D) Pim

5. Maşalı pimlerin yaygın olarak kullanılan diğer bir ismi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Emniyet sacı
B) Gupilya
C) Rondela
D) Pim

6. Diş profil açısı 60° olup dişlerinin kesiti eş kenar üçgen biçimindeki vidalar hangi tür vidalardır?

A) Kare vida
B) Üçgen vida
C) Whitworth vida
D) Metrik vida

7. TS EN 24018- M10×1,5×100-10,9 standardı ile ifade edilen cıvatanın anma ölçüsü nedir?

A) 24018
B) M10
C) 1,5
D) 100

8. İki ucuna normal ya da ince, üçgen vida çekilmiş silindirik çubuklara ne denir?

A) Cıvata
B) Saplama
C) Kama
D) Perçin

9. Somunların frenlenmesi için kullanılan makine elemanlarının genel adı nedir?

A) Kamlar
B) Pimler
C) Rondelalar ve emniyet sacları
D) Perçin

10. Mil göbek bağlantılarında aşağıdakilerden hangi tür bağlantı çeşidi kullanılmaz?

A) Sıkı geçme
B) Pimler
C) Cıvatalar
D) Uygu kamaları

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Sökülemeyen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sökülemeyen birleştirme elemanları nelerdir? Araştırınız.
- Perçinleme nerelerde uygulanır?
- Kaynaklı birleştirme nerelerde uygulanır?

2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

İki parça bir birine birleştirildikten sonra tahrip edilmeden sökülemiyorsa bu birleştirmeye sökülemeyen birleştirme denir. Örnek; perçinli ve kaynaklı birleştirmeler.

2.1. Perçinler

Perçinleme ile diğer sökülemeyen birleştirme türlerine göre daha üstün nitelikli bağlantılar oluşturulur ve TS 94'e göre standartlaştırılmışlardır.

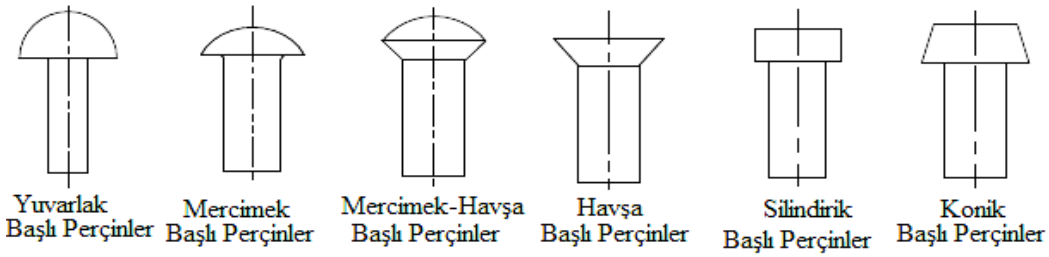
2.1.1. Tanımı

Bir başı hazır diğer başı bağlantı yerinde oluşturulan sökülemeyen bağlantı elamanına perçin denir.

Parçaların bir birine perçin bağlantı elamanıyla sökülemeyecek şekilde birleştirilmesine perçinleme denir.

2.1.2. Çeşitleri

Sökülemeyen birleştirme elamanı olan perçinler perçin başı biçimlerine göre Şekil 2.1'de görüldüğü gibi isimlendirilirler.



Şekil 2.1: Perçin başı biçimlerine göre perçin çeşitleri

- **Yuvarlak Başlı Perçinler**

Perçin başının yarım yuvarlak olması sebebiyle bu isimle anılırlar. Perçin başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir.

- **Mercimek Başlı Perçinler**

Özellikle ince kesitli parçalarda kullanılırlar. Perçin başı çıkıntısının az olması bir avantajdır.

- **Mercimek-Havşa Başlı Perçinler**

Perçin başı fazla çıkıntı yapmaması istenen yerlerde kullanılır.

- **Havşa Başlı Perçinler**

Perçin başının perçinlenecek parça içerisine gömülmesi isteniyorsa bu tür perçinler kullanılır.

- **Silindirik Başlı Perçinler**

Genellikle sacların perçinlemesinde kullanılırlar.

- **Konik Başlı Perçinler**

Bazı perçinlerin kolay takılabilmesi için baş kısımları konik olarak üretilirler. Bu tür perçinlere konik başlı perçin denir.

Perçinler kullanım yerlerine göreaşağıdaki gibi gruplandırılırlar;

- **Çelik inşaat perçinleri**
- **Kazan perçinleri**
- **Lokomotif perçinleri**
- **Diğer (mutfak eşyası, kayış, fren balatası vb.) perçinleri**

Perçinler imal edildikleri gereçlerine göre ise aşağıdaki gibi gruplandırılırlar;

- **Çelik perçinler**
- **Bakır perçinler**
- **Alüminyum perçinler**
- **Alaşımlı perçinler**

➢ Pop perçinler

Perçinleme yapılacak iş parçasının arka tarafına ulaşılması imkânsız ya da gereksiz olan yerlerde kullanılır. Zaten çektirmeli perçinin en önemli özelliği olan perçin başının desteklenme gereği olmaması, işlem basamaklarını azaltmakta, dolayısıyla da perçinlemeyi pratikleştirmektedir.

Pop perçin çeşitleri şunlardır:

Resim 2.1: Pop perçin çeşitleri

Çektirmeli perçinler iki parçadan meydana gelmiştir. İçi delik bir kovanı andıran ve genellikle alüminyum türü yumuşak gereçler kullanılarak üretilen kısım, başın oluşması için düzenlenmiştir. Bu kovan içine yerleştirilmiş çivi (çivi tanımlaması tam yerinde kullanılmaktadır, çünkü perçinin bu kısmının başı şişirilmiş ancak ucu küttür.) özel tutucusu yardımıyla çekildiği taktirde, yukarı doğru gelen çivi beraberinde kovanı getirmeye çalışır. Özel tutucu pop perçin tabancası olarak anılır.

Penseyi andıran sıkma kollarına el kuvvetiyle yaptırılacak hareket, çivinin yukarı doğru çekilmesini sağlar. Çivinin çekilmesi tutucunun birkaç hareketi sonucunda oluşur. Çivi, bu hareketler neticesinde, perçin başının oluştuğu kısımdan çekilmenin etkisiyle bir süre sonra kopar. Kopma aşamasına gelmiş çivi alt kısımda kalan kovanı yeterince parçaya yaklaştırmış olur. Baş bu şekilde oluşur. Bazı durumlarda çivi işlem bitiminde yerinden çıkabilir. Bunun perçinleme açısından bir sakıncası yoktur.

Resim 2.2: Pop perçin tabancası ve kullanılışı

2.1.3. Kullanıldığı Yerler

Perçinli bağlantılar, ek yerlerindeki sağlamlığı ve farklı cins malzemeleri birleştirebilme özelliklerinden dolayı kazanlarda, elektronik cihazlarda, giyim eşyasında, mutfak eşyalarında, çelik tasarım inşaatlarında, kayışların perçinlenmesinde, uçak sanayinde ve lokomotif yapımında kullanılır.

Perçinler otomobillerin karoserinin birleştirilmesinde kullanılır. Özellikle vibrasyona maruz kalan iş parçaları için perçinler idealdir. Otomobil dışında römork ve treyler ve kamyon kasaları da perçinlerin birleştirildiği otomotiv endüstrisi uygulama alanlarındandır.

Özellikle ince ve metal olmayan parçaların veya biri metal diğeri metal olmayan parçaların birleştirilmesi söz konusu ise perçinleme vazgeçilemez bir yöntemdir. Kaynaklı veya diğer birleştirme yöntemleri bu konuda yetersiz kalmaktadır.

2.1.4. Standartları

Perçinler TS 94'te standartlaştırılmıştır. Standart çizelgelerde,

- Perçin anma çapı (d1),
- Perçin başı çapı (d 2),
- Perçin kapama baş çapı (d3).
- Perçin delik çapı (d4),
- Perçin başı yüksekliği (k),
- Perçin başı yarıçapı (R),
- Perçin serbest boyu (L),
- Sacların kalınlığı (s)

ile belirtilmiştir.

Aşağıda bazı perçinlerin standart numaraları verilmiştir. İlgili çizelgelerden kullanılacak perçinler belirlenebilir.

- Yuvarlak başlı perçin (1-9 mm) TS 94/1 (DIN 660)
- Yuvarlak başlı perçin (10-36 mm) TS 94/2 (DIN 124)
- Yuvarlak başlı perçin (10-36 mm Kazan konstrüksiyonları için) TS 94/3
- Yassı yuvarlak başlı perçin TS 94/4 (DIN 660)
- Havşa- mercimek başlı perçin (1,6-8 mm)TS 94/5
- Havşa- mercimek başlı perçin (10-36 mm)TS 94/6 (DIN 302)
- Havşa düz başlı perçin (1-9 mm) TS 94/8 (DIN 661)
- Havşa düz başlı konik perçinler (kayışlar için) TS 94/9
- Silindirik başlı perçin (balatalar için) TS 94/10
- İçi delik banttan çekilmiş perçin TS 94/11
- İçi delik borudan çekilmiş perçin TS 94/12
- Kör perçin (DIN 7337)
- Delikli iki parçalı perçin TS 94/13

2.1.5. Perçinleme İşleminin Yapılışı

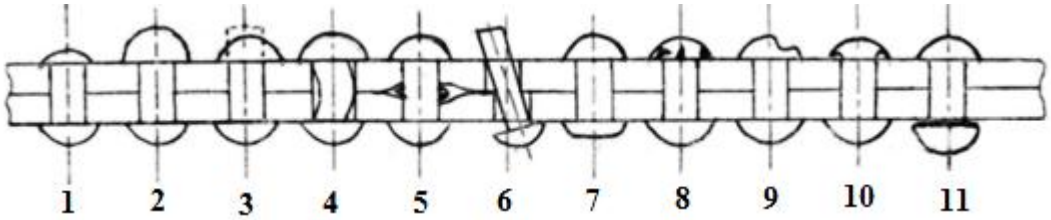
- **Çekiç:**Perçinleme işleminde çekiç ağırlıkları yapılacak işin niteliğine göre değişir. Büyük perçin başlarının oluşturulmasında ağır çekiçler seçilmelidir.
- **Perçin Çektirmesi:**Perçinleme işlemi uygulanacak parçaların yüzeylerini birbirine yaklaştırmak ve perçini çektirerek yerine oturtmak için kullanılan alete perçin çektirmesi denir.

Perçinleme işleme yapılırken, hazır baş bir altlığa yerleştirilerek, üstteki (b) parçası, arada boşluk kalmaması için (a) perçin çektirmesi ile bastırılır.

- **Perçin Yuvaları:**Perçinleme işleminde, perçin başının şekil alacağı şekilde çukur olan altlık üzerindeki yuvaya perçin yuvası denir. Bu yuvalar perçin başının zedelenmemesi için kullanılırlar.
- **PerçinlemeMakinesi:**Perçinleme işlemini mekanik olarak yapan aletlerdir. Bu makineler kapama başını oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Kısa fakat kuvvetli vuruşlara ve ileri geri devinimlere sahiptirler. Bazı darbe nitelikli makineleri de aparatlar eklenerek perçinleme işlemi yapacak hâle bu makineleri getirmek mümkündür.

2.1.6. Perçinlemede Yapılan Hatalar

Perçinleme işlemi kurallara uygun yapıldığında hata çok nadir oluşur. Kurallar yeterince dikkate alınmadığında Şekil 2.2'degörülen hatalar oluşabilir.

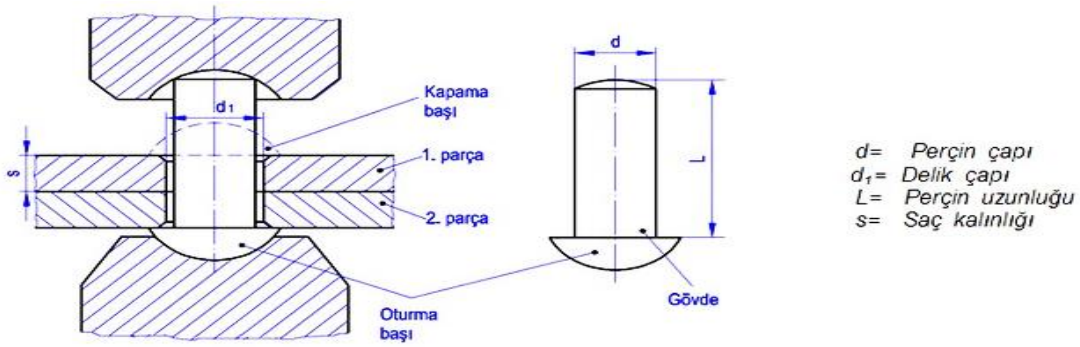


1. Perçin başı eksik, dolayısıyla perçin boyu kısa seçilmiş.
2. Perçin başı büyük, dolayısıyla perçin boyu uzun seçilmiş.
3. Hatalı çekiçleme nedeniyle perçin başı eksenden kaçık oluşturmuş .
4. Delik çapı büyük delinmiş.
5. Perçin çektirmesi kullanılmamış.
6. Hatalı delme, delik eksenleri kaçık olmuş,
7. Perçin başı ezilmiş, alt perçin yuvası kullanılmamış.
8. Hatalı çekiçleme sonucu kapama baş çatlamış.
9. Hatalı çekiçleme sonucu kapama baş eksik oluşmuş.
10. Hatalı çekiçleme nedeniyle perçin boyu kısa olmuş,üst perçin yuvası kullanılmamış
11. Alt perçin yuvası büyük seçilmiş, perçin hazır baş tarafından şişmiş.

Şekil 2.2: Perçinlemede yapılan hatalar

2.1.7. Perçinleme Çeşitleri

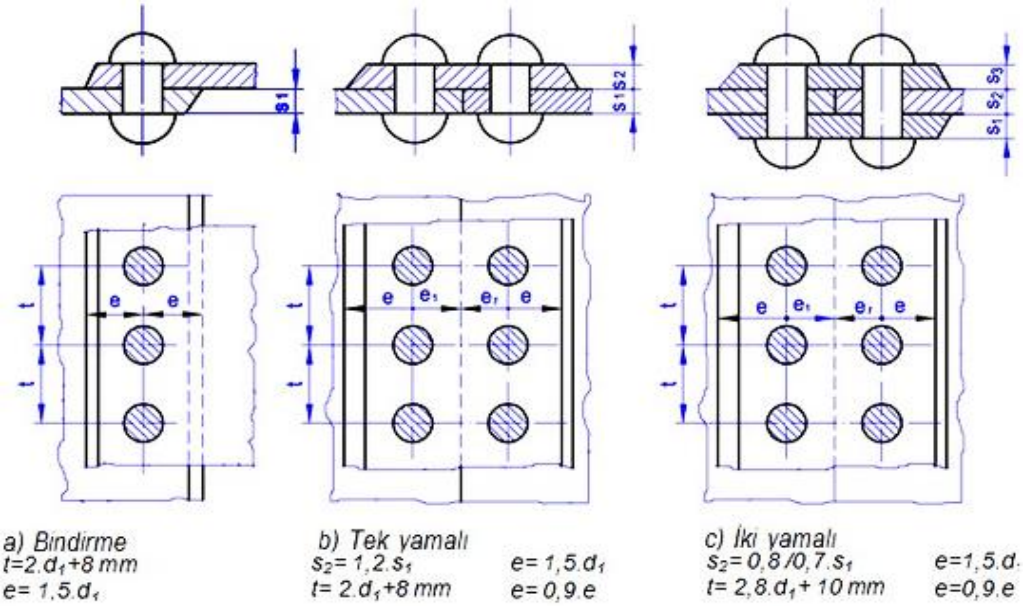
Perçinleme yapılacak parçaların sağlamlık, sızdırmazlık vb. durumları dikkate alınır. Perçinlemede parçaların çeşitli birleştirme konumlandırılmaları vardır.



Şekil 2.3: Perçinleme

- **Bindirmeli Perçinleme**

En fazla kullanılan perçinli birleştirme çeşididir.



Şekil 2.4: Perçinleme çeşitleri

- **Yamalı Perçinleme**

Perçinleme işleminde sızdırmazlık istendiğinde tercih edilen yöntemdir.

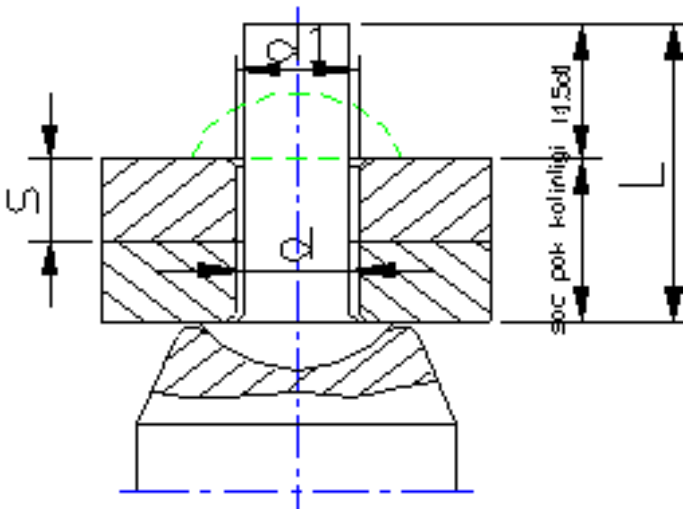
Hangi perçinleme çeşidi uygulanacaksa parça kalınlığına uygun perçin çapı seçilir.Pek önemli olmayan bağlantılarda parça kalınlıklarına göre perçin çapı seçilmelidir. Ancak önemli olan bağlantılarda mukavemet hesapları yapılmalıdır.Seçilen perçin çapı ne olursa olsun parçalar 0,5 – 1 mm büyüklükteki matkapla delinir ve hava açılır.

Delme anında çapak meydana gelebilir. Bu pürüzler sızdırmazlık istenen birleştirme türlerinde istenmeyen bir durumdur. Zımbalar ile delinen parçalarda oluşan iç gerilmeler parçaların tavlanması suretiyle giderilir.

2.1.8. Hesapları

- **Perçin Boyunun Hesabı**

Perçinin baş kısmının dışında kalan tüm boyu (L) olarak ifade edilir ve perçinleme işlemine başlamadan önce belirlenmesi gerekir. Perçinleme işleminde tam bir kapama başı oluşturulması için perçin boyunun bilinmesi gerekir. Perçinleme işlemi yapılacak parçanın kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Perçin boyunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.



Şekil 2.5: Perçin boyunun hesabında kullanılan değerler

L=s+(1,6xd)

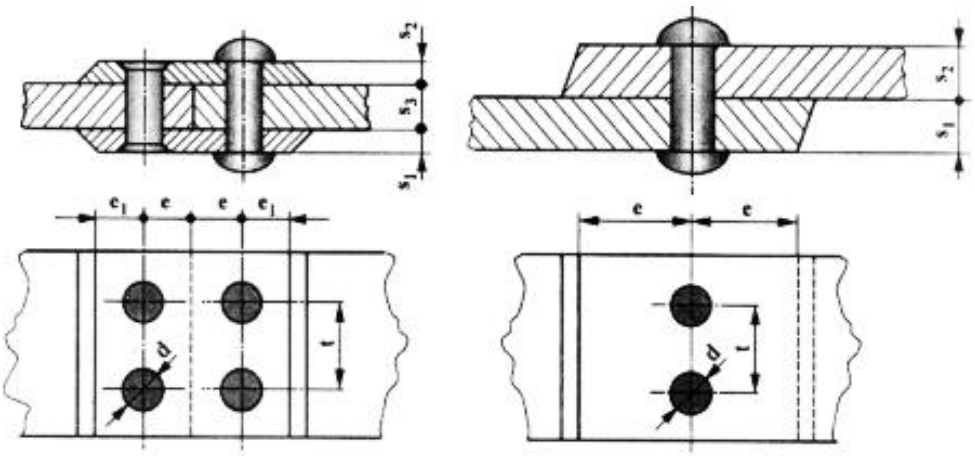
L: Perçin boyu
s: Perçinlenecek parça kalınlıkları
d: Perçin çapı
1,6: Sabit katsayı

➢ Perçinlerin Dayanım Hesabı

Perçinle yapılan birleştirmelerde uygulanan kuvvet etkisi ile sac levhalarda yırtılma ve perçinlerde kesilme meydana gelir.

İnce malzemelerin perçinlenmesinde, levha kenarlarının yırtılmasını önlemek için perçin merkezi ve perçin çapı aşağıdaki formüllerden bulunur.

s= Sac kalınlığı $s_1+s_2+s_3+\ldots\ldots+s_K$
d=Perçin çapı $1{,}8\times s_1$, (farklı levhaların birleştirilmesinde en ince levha seçilir.)
L=Perçin boyu s+(1,6×d)
e=Perçinin levha kenar uzunluğu 1,5×d
e_1=Perçinin yama kenarına olan uzaklığı 1,3×d
t = Perçinler arası uzaklık 3×d



Şekil 2.6: Perçinli bağlantı ve sembolleri

Büyük yük taşıyan bağlantılarda perçin kesilmesini önlemek için bağlantının taşıtabileceği maksimum yüke göre perçin çapı sayısı aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$\tau = Kesme\ gerilmesi \qquad \frac{F}{A \times i \times n} \ldots\ldots\ldots\ldots kg/cm^2$$

$$A = Peçinin\ kesit\ alanı \qquad \frac{\pi \times d^2}{4} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots cm^2$$

$$F = Perçini\ kesmeye\ zorlayan\ kuvvet \qquad \tau \times A \times i \times nkg$$

$$d = Perçin\ çapı \qquad \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots cm$$

$$i = Perçin\ kesim\ sayısı \qquad \frac{F}{A \times n \times \tau}$$

$$n = Perçin\ sayısı \qquad \frac{F}{A \times i \times \tau}$$

2.2. Geçmeli bağlantılar

Geçmeli bağlantılar, bir göbeği bir mile yalnız aradaki sürtünmeden faydalanarak bağlamak için kullanılır. Bu bağlama türünde kaymaya karşı kama veya pim gibi emniyet elemanı kullanılmaz. Mil göbek çapından biraz daha büyük alınır ve malzemenin esnekliğinden dolayı birbirine geçerken temas eden yüzey basıncı düzgün olarak dağılır.

Geçmeli bağlantıda ayrıca bir eleman kullanılmadığından tasarruf sağlar. Geçmeli bağlantılarda malzemenin genleşme ve büzülme özelliklerinden faydalanılarak birleştirme sağlanır.

2.2.1. Genleşme

Madeni parçalara ısı verildiğinde verilen ısının etkisi ile atomların aralarında yapmakta oldukları titreşim hareketi artarak daha fazla yer kaplamasına neden olacağından madeni parçaların hacimleri büyür, bu olaya genleşme denir.

Elektrik kabloları, telefon telleri direkler arasında gerilirken ve demiryolları rayları döşenirken o andaki hava sıcaklığı dikkate alınır. Hava sıcak ise teller biraz sarkmalı ve hava çok soğuk ise teller gergin durumda olmalıdır. Demiryolu yaparken ise hava çok sıcak ise raylar birbirine değer yerleştirilmeli soğuk ise raylar arasına açıklık verilmelidir.

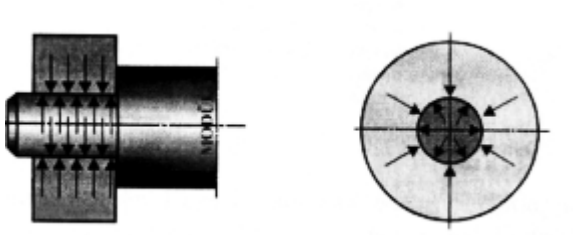
2.2.2. Büzülmeme

Madeni parçalara soğudukça büzülür ve ölçüleri küçülür. Bunun temel nedeni; katı cisimlerin atomları yerlerinde salınım hareketi yaparken soğuduklarında bu hareketleri azalır. Azalan salınım hareketleri madeni parçaların hacimlerinin küçülmesine neden olur. Bu olaya büzülme denir.

Soğuyacak parçanın içine boşluksuz geçen parça soğudukça önemli ölçüde zorlanır. Bu zorlamayı yapan büzülme kuvvetidir.

2.2.3. Sıcak Geçme

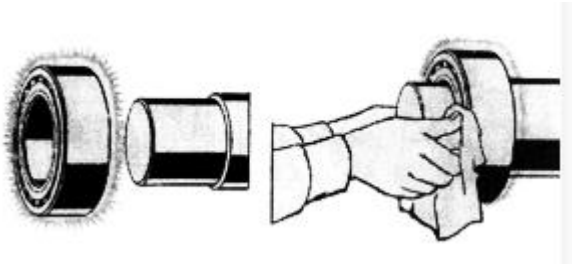
İki madeni parça, yardımcı eleman kullanmadan birleştirilecekse; parçalar değişik sıcaklıklarda genleşme ve büzülme özelliklerinden faydalanılarak sıkı birleştirmeler yapılır. Sıcaklık etkisi ile iki parçanın sıkı birleştirilmelerine sıcak geçme denir.



Şekil 2.7:Sıcak geçme

Yağ ve toz tutma halkaları, lokomotif ve vagonların iç kısımlarındaki dökme demir tekerlekler ile çevresindeki çelik profilden bandajlar sıcak geçme olarak birleştirilirler.

Bazen rulmanlıradyal yataklar ince yağ içinde ısıtılarak milin takılacağı yere getirilir ve orada soğuması ile sıcak geçme yapılır.



Şekil 2.8: Rulmanın mile takılışı

Sıcak geçmeler hareketsiz geçmelerin aksine hemen kullanılabilir ve sökülmesi zordur.Sökmek için tek parçalı göbeklerde özel çektirmeler kullanılır. Bilezikli bağlantılarda ise bileşik ısıtılarak sökülür.

2.2.4. Hareketsiz (Soğuk)Geçme

Hareketsiz (soğuk) geçmeler büyük basınç altında ve presleme hızı oldukça yavaş olarak preste yada pres yerine geçecek kuvvetli bir çekiçle vurularak yapılır. Milin ucuna göbeğe rahat geçmesi için 2-5 mm boyunda 5° koniklik verilir. Koniklik verilmezse göbek yuvası hasar görür. Preste yapılan geçmeler bağlandıktan sonra yerine oturması için bir süre beklenir ve sonra yükleme yapılır.

2.3. Kaynak

Aynı metal veya birbirine yakın özellikte aynı alaşımların ısı etkisi veya ısıyla beraber basınç altında sökülemeyecek biçimde birleştirilmesine kaynak denir. Söz konusu iki parçanın birleştirilmesinde, ilave bir gereç kullanılıyorsa bu gerece ilave metal ya da ek kaynak teli adı verilir.

Kaynak içingazalevi,elektrikarkı,lazer,elektronışını, sürtme, ultrases dalgaları gibi birçok farklıenerjikaynakları kullanılabilir. Endüstriyel işlemlerde, kaynak açıkhava, sualtı,uzaygibi birçok farklı ortamda gerçekleştirilebilir. Bununla beraber, yapıldığı yer neresi olursa olsun, kaynak çeşitli tehlikeler barındırır. Alev, elektrik çarpması, zehirli dumanlar ve ultraviyole ışınlara karşı önlem almak gereklidir.

Resim 2.3: Kaynak yapılışı

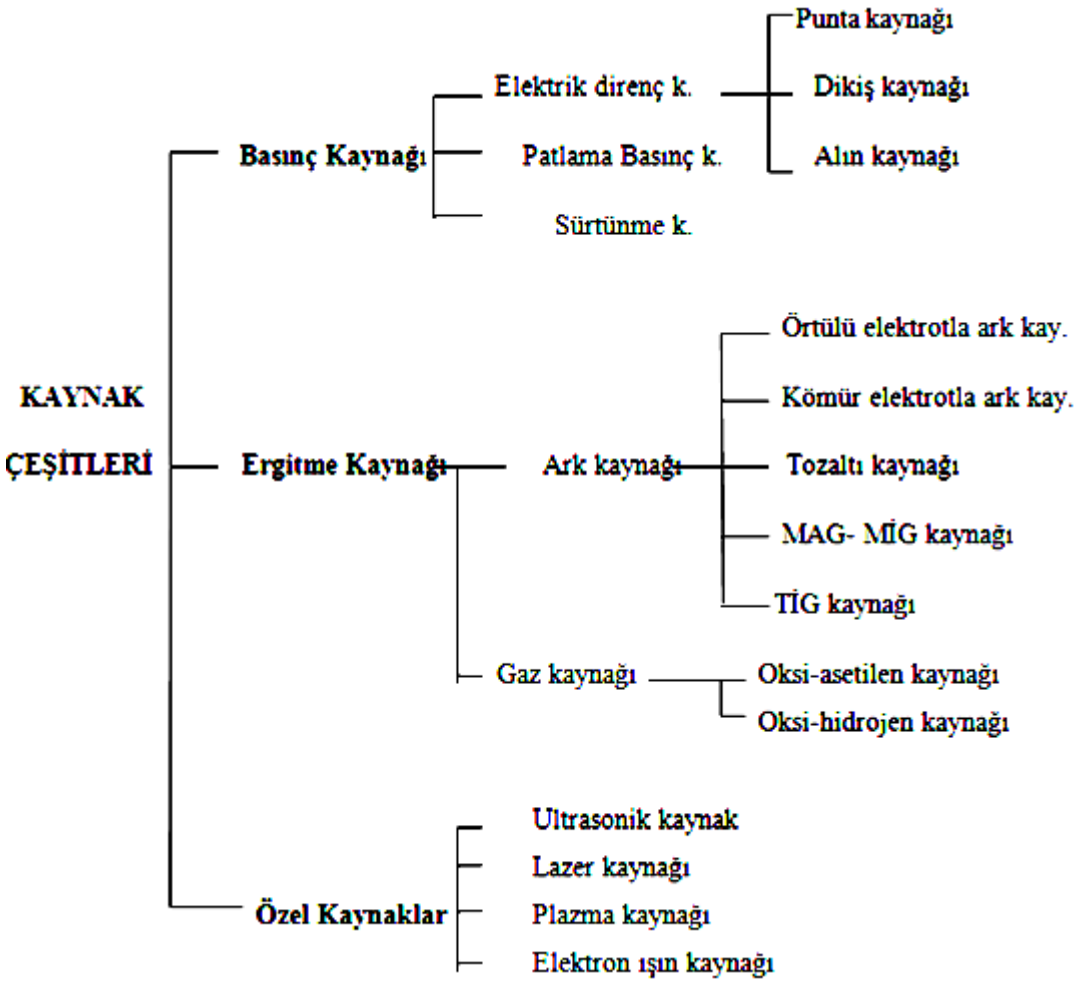
19. yüzyılın sonuna dek, sadecedemircilerinkullandığıısıtmavedövmeyolu ile metallerin birleştirildiği kaynak yöntemi biliniyordu.Elektrik ark kaynağıveoksi-gaz kaynağıyüzyılın sonunda gelişen ilk yöntemlerdir, bunları direnç kaynağıizlemiştir. Kaynak teknolojisi 20. yüzyılın erken dönemleri esnasında (I. Dünya SavaşıveII. Dünya Savaşısonralarında) artan talebi karşılayabilmek için hızla gelişerek güvenilir ve ucuz yöntemler arasına katılmıştır.Savaşlarınardından, manuel metodlar (manuel metal ark kaynağı), yarı-otomatik ve otomatik yöntemleri (gazaltı metal ark kaynağıvb.), içeren çeşitli modern kaynak teknikleri gelişmiştir. Gelişmeler, yüzyılın ikinci yarısında dalazer ışın kaynağıveelektron ışın kaynağınınbulunması ile devam etmiştir. Hâlenbilim, gelişimi devam ettirmektedir.Robotkaynağı, endüstride yaygın bir yer edinmiştir. Yeni kaynak metodları ve kaynak kalite ve özelliklerinin geliştirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi için araştırma ve geliştirme çabaları devam etmektedir.

Hemen hemen bütün endüstride yaygın olarak kullanılır ve otomotiv onarımında vazgeçilmez bir birleştirme şeklidir. Ana özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gaz ve su sızdırmazlığı mükemmeldir.
- Kaynaklı bağlantı uzun ömürlüdür.
- Çok fazla ısı kullanılırsa parçada çarpılma meydana gelir.
- Kaynak bağlantılarının şekli sınırsızdır.
- Kaynaklı bağlantının dayanımı yüksektir.

2.3.1. Çeşitleri

Sökülemeyen birleştirmenin bir türü olan kaynağın çeşitleriTablo 2.1'deverilmiştir.



Tablo 2.1: Kaynak çeşitleri

- **Elektrik ark kaynağı**

Bu yöntemde kaynak yapmak için, kaynak elektrotu (dolgu metali) ve ana malzeme arasında bir güç kaynağı kullanılarakelektrikarkı yaratılır. Bu yöntemde doğru (DC) veya alternatif (AC) akım çeşitlerinin her ikisi de kullanılabilir. Bu yöntemde kaynak yapılan bölge bazı durumlarda, koruma gazı olarak da bilinen birgazile korunarak elektrik ark kaynağı yapılır.

- **Oksi-Gaz**

Bu yöntemin en genel kullanım şeklioksi-gazkaynağıdır. (Oksi-asetilen kaynağıolarak da bilinir). En eski ve en çok yönlü kaynak yöntemlerinden biridir.Fakat son yıllarda endüstriyel uygulamalardaki kullanım alanı azalmıştır. Hâla yaygın olarak,boruve kanal

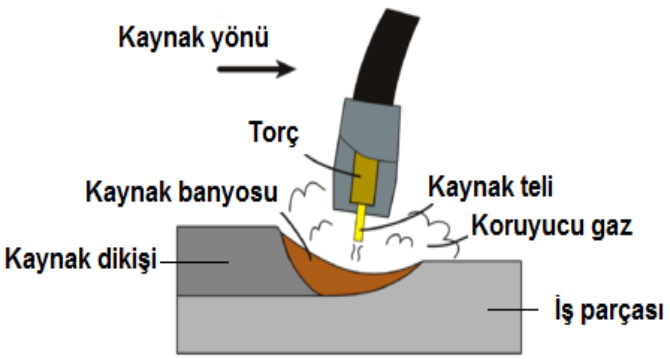
kaynağında ve tamir işlerinde kullanılmaktadır. Ekipmanı ucuz ve basittir, genelde kaynak alevi (yaklaşık 3100 °C) oksijenleasetileninyanması sonucu elde edilir. Alev, elektrik arkından daha az güçlü olduğundan, kaynak soğuması daha yavaş olur ve meydana gelen gerilme ve kaynak çarpılmalarının daha az olabilmesine imkân tanıyabilir.Bu nedenle yüksekalaşımçeliklerininkaynağının yapılması bu yöntemle daha kolaydır. Bu metot,metallerinkesilmesinde de kullanılır.

Diğer gaz kaynak metotlarıise,hava-asetilen kaynağı, oksijen-hidrojenkaynağı vebasınçlıgaz kaynağı gibi, oldukça benzermetotlardır. Sadece kullanılan gaz tipi değişir. Gaz kaynağı,plastikkaynağında da kullanılır.

- **Elektrik direnç kaynağı**

Direnç kaynağı,metallerinüzerinden geçen akıma karşı gösterdiği dirençle ısı üretmesi esası ile iki veya daha fazla metal yüzey arasında yapılan kaynak yöntemidir. Metalden geçen yüksekakım(1000 - 100.000 A.) nedeni ile kaynak bölgesinde küçük bir eriyik metal havuzu oluşur. Genelde direnç kaynağı yöntemleri verimli ve az kirlilik yaratan yöntemlerdir. Fakat uygulamaları sınırlı ve ekipmanları oldukça pahalıdır.

- **Gaz altı kaynağı**



Şekil 2.9: Gaz altı kaynağı

Kaynak yerinin birgazatmosferiyle korunması sonucu yapılan ark kaynağınagazaltıya dakoruyucu gaz kaynağıadı verilir. Başlıca türleri MIG-MAG ve TIG (WIG) gazaltı kaynak teknikleridir. Bu kaynak türünde koruyucu gaz olarakArgonveHelyumgibi soy gazlar kullanan MIG (İngilizce; Metal InertGas) kaynak tekniği ile koruyucu gaz olarak aktif bir gaz olanKarbondioksitkullanan MAG (İngilizce; Metal Active Gas) teknikleri en yoğun olarak kullanılır. Diğerlerine göre nispeten daha az kullanılan TIG tekniğinin diğerlerinde farkı erimeyenWolfram(Tungsten) elektrot kullanılmasıdır.

- **Enerji ışın kaynakları**

Enerji ışın kaynak metotları, yanilazerışın kaynağı veelektronışın kaynağı, oldukça yeni yöntemler olup, yüksek üretim gerektiren uygulamalarda tercih edilir. İki yöntemde oldukça benzerdir, farkları güç kaynaklarından ileri gelmektedir.

- **Katı hâl kaynak yöntemleri**

İlk bilinen kaynak yöntemi olan dövme yöntemi gibi, modern bazı kaynak yöntemleri de kaynak malzemesi erimeden gerçekleşir. Katı hâl kaynak yöntemi malzemelerin ergime dereceleri altında, dışardan uygulanan basınç yardımı ile koruyucu atmosfer ortamında veya koruyucu atmosfer ortamı olmadan, birbirine temas eden aynı ya da farklı özellikli malzemelerin iki yüzey arasında bağ oluşturarak yapılan birleştirme yöntemleridir. En yaygın yöntemlerden biri olanultrasonik kaynak, yüksekbasınçve yüksekfrekansaltında vibrasyon iletermoplastikveyametalmalzemeden yapılmışkabloveya ince tabakaların birleştirilmesinde kullanılır. Ekipman ve yöntemlerdirenç kaynağıile benzerdir. Buradaelektrikakımının yerini,vibrasyon(titreşim) ile sağlananenerjialır. Bu yöntemde kaynak metallerinin erimesi yoktur, onun yerine basınç altında yatay olarak uygulanan mekanik vibrasyon vardır.

Plastiklerin kaynağında ise, malzemeler erime sıcaklığına yakın sıcaklığa getirilmeli ve dikey olarak vibrasyon uygulanmalıdır. Ultrasonik kaynak, genelde elektrik bağlantıları için kullanılanalüminyumveyabakırmalzemede vepolimerlerinkaynağında kullanılır.

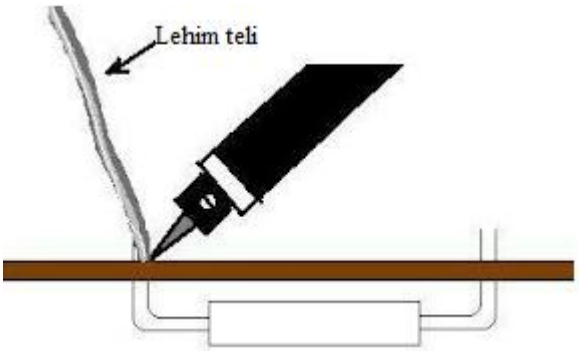
2.3.2. Kullanıldığı Yerler

Kaynak, otomotiv üretim ve onarımında,arıza yapan bazı makine parçalarının tamirinde, boru ve kazan imalatında, çelik ve sac konstrüksiyonlarında çok kullanılır. Günümüzde kaynağın kullanılma alanı oldukça geniştir. Cıvata ve perçinli birleştirme yerine kaynaklı birleştirme tercih edilmektedir. Az sayıda yapılacak parçalarda döküm yerine kaynaklı birleştirme kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi malzemelerin yarı mamul ve mamul duruma getirilmesi için dökme, dövme, haddeleme, püskürtme ve kaynak gibi talaşsız imalat teknikleri kullanılır. Üretim tekniklerinin ekonomik kullanılabilmesi açısından kaynak tekniği ayrı bir önem taşımakta ve kullanım alanı gittikçe genişlemektedir.

2.4. Lehimleme

Aynı veya farklı iki metal parçayı, ergime derecelerinin altındaki bir sıcaklıkta, ek telinin ergimesi ile birleştirilmesi işleminelehimlemedenir.



Şekil 2.10: Lehimleme

Bu işlemde amaç; düşük basınçlarda sızdırmayı önlemek, ısı ve elektrik iletkenliğini sağlamak için parçaların özelliklerini bozmadan yapılan birleştirme işlemidir.Birleştirilecek parçalar farklı özelliklerde olsalar bile bir bütün teşkil eder. Aynı ya da farklı parçaların lehimlenmesi esnasında içyapılarında değişim olmaz.

2.4.1. Yumuşak Lehimleme

450°C'nin altında yapılan lehimleme işlemine yumuşak lehimleme denir. Yumuşak lehimleme işleminde genellikle kuşun-kalay alaşımı lehim telleri kullanılır. Lehimleme telleri hazır olarak satın alındığı gibi atölye ortamında da üretilebilir. Kalay - kurşun alaşımının kullanılmasının sebebi, bu alaşımın düşük sıcaklıklarda ergiyerek iyi akışkanlık özelliği göstermesidir.

Tablo 2.2'delehimli birleştirmelerde kullanılan çubuklarının bileşimleri ve kullanım alanları gösterilmiştir

Gösterilişi	**Bileşimi (%)**			**İşlem Sıcaklığı °C**	**Kullanma Yerleri**
	Sembol	**Kalay (Sn)**	**Kurşun (Pb)**		
Kurşun Lehimi 98,5	LPb 98,5	Kalan	98,5	320	Düşük kuvvetlere maruz kalınacak yerler. Örneğin, radyatörlerin daldırılarak lehimlenmesi
Kalay Lehimi 8	LSn 8	8	Kalan	320	Kurşun lehimine göre daha büyük dayanım gösterir
Kalay Lehimi 25	LSn 25	25	Kalan	257	Alev ile yapılan lehim
Kalay Lehimi 30	LSn 30	30	Kalan	249	"
Kalay Lehimi 33	LSn 33	33	Kalan	242	Halkalı lehim
Kalay Lehimi 35	LSn 35	35	Kalan	237	Su olukları
Kalay Lehimi 40	LSn 40	40	Kalan	223	Hassas Parçalar

Kalay Lehimi 50	LSn 50	50	Kalan	200	Hassas Parçalar
Kalay Lehimi 60	LSn 60	60	Kalan	185	Elektrik kablolarının lehimlenmesi
Kalay lehimi 90	LSn 90	90	Kalan	219	Kap, kazan ve gıda maddeleri cihazlarının kalaylanması
Özel Lehim	-	63	37	183	Küçük sıcaklıkta hassas parçalar
Başka özel lehimler	-	-	-	60-100	Yangın habercisi aygıtların eriyen kısımları

Tablo 2.2: Lehimleme kullanılan çubukların bileşimleri ve kullanım alanları

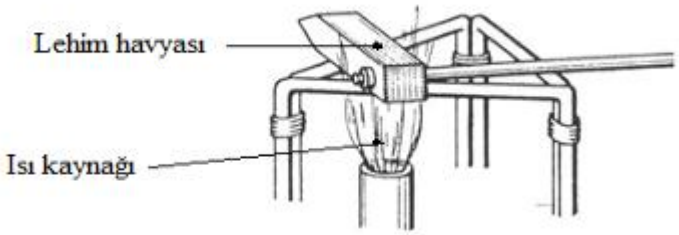
➢ Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Havyalar

Resim 2.4: Havya istasyonu

Havyalar yumuşak lehimleme için kullanılan aletler olup bakırdan yapılmışlardır. Isı kaynağına göre sınıflandırılırlar. Lehimlenecek yerin özelliğine göre değişik şekillerde dizayn edilirler.

- **Kendinde Isı Kaynağı Bulunmayan Havyalar**

Basit aletler olup çabuk yapılabilen yumuşak lehimlemelerde kullanılır. Gerekli olan ısı,bir ısı kaynakta,havyanın bakırdan olan düz ağızlı kısmına depo edilerek sağlanır.Bu havyalar ağız şekillerine göre adlandırılır.



Şekil 2.11: Kendinde ısı kaynağı bulunmayan havyalar

- **Kendinde Isı Kaynağı Bulunan Havyalar**

Yumuşak lehimleme için hazırlanmış aletler olup, ısı kaynağına bağlanır. Bunlar sürekli yapılan lehim işlerinde kullanılır. Isı kaynağının çeşidine göre adlandırılır.

Resim 2.5: Kendi ısı kaynağı bulunan havyalar

➢ Yumuşak Lehimleme Türleri

Yumuşak lehimleme türlerini şu şekilde sıralamak mümkündür.

- **Alev ile Lehimleme**

Şekil 2.12: Alev ile lehimleme

Isı kaynağı doğrudan lehim teline verildiği gibi, lehim teli, birleştirilecek bölgeye konularak üzerine veya civarına ısı verilebilir. Isı kaynağı olarak pürmüz alevi veya oksi-gaz alevi kullanılır. Oksi-gaz alevi kullanılacak ise yumuşak alev tercih edilmelidir.

- **Endüksiyon ile Lehimleme:**

Lehimlenecek parçaların ek yerlerine endüksiyon bobini yerleştirilir. Yüksek frekanslı elektrik akımı ile gerekli lehimleme sıcaklığı elde edilir ve lehimleme yapılır.

Endüksiyon bobini ek yerlerinin biçimine uygun olmalıdır. Örneğin: Boru biçimli parçalar için dairesel endüksiyon bobini kullanılmalıdır. Lehim metali birleştirilecek bölgeye yerleştirilerek lehimleme işlemi yapılır.

- **Elektrik Direnci ile Lehimleme**

Bu yöntemde uygun lehim metali, birleştirilecek parçaların arasına yerleştirilir. Parçalara elektrik direnci ve baskı uygulanarak birleştirme sağlanır.

- **Daldırma Yöntemiyle Lehimleme**

Birleştirme yerleri, lehimleme sıcaklığındaki lehim banyosuna sokulup çıkarılır. Lehim banyosunda, adından anlaşılacağı gibi erimiş hâlde lehim bulunur.

Lehimlenecek parçalara gerekli temizlik yapıldıktan sonra birbiri üzerine tespit edilir, banyoya sokulup çıkarılır. Lehimlenmeyecek kısımlara, lehimlenmeyi engellemek için pasta veya bir ergiyik sürülür.

- **Özel Lehimleme Aygıtları**

Özel veya seri lehimlemelerin gerektirdiği hâllerde kullanılan lehimleme aygıtlarıdır. Bu sayede lehim işleri seri ve otomatik hâle getirilir.Bunlar; lehimleme fırınları, dirençli lehimleme aygıtları, ultra ses lehimleme aygıtları, yüksek frekanslı lehimleme aygıtlarıdır.

➢ Yumuşak Lehimlemede Temizlik

Yumuşak lehimleme yapılacak parçalarda tam bir birleşme sağlanması için parçaların katık, kir ve oksit tabakasından arındırılması gerekir. Temizlik işlemleri; lehim öncesinde, lehim sırasında ve lehim sonrasında yapılır. Bu temizleme işlemleri mekanik ve kimyasal yollarla yapılır.

- **Mekanik Temizleme Araçları**

Parçaların lehimlenecek kısımlarının ve lehimleme havyasının mekanik olarak temizlenmesi; eğe, zımpara ve fırça yardımı ile yapılır.

Resim 2.6: Lehimlemede kullanılan bazı mekanik temizlik araçları

- **Kimyasal Temizleme**

İş parçası yüzeyindeki yabancı maddelerin giderilmesinde kullanılan kimyasal maddeler, yüzeyde reaksiyon oluşturarak temizleme sağlar. Temizleme işleminde kullanılan kimyasal maddeler asetik özelliklere sahiptir.

  - Tuz Ruhu

Hidroklorik asit (tuz ruhu) içine çinko parçaları atılarak çinko-klorür (lehim suyu)) elde edilir.Bu işlem için tuz ruhu içine küçük çinko parçaları atılarak çözünmesi sağlanır. İşlem çinko parçaları erimeyecek hâle gelinceye kadar sürdürülür. Daha sonra tuz ruhu içerisine 1/8 oranında su ilave edilerek lehim suyu elde edilir. Hazırlanan lehim suyu, iş parçası birleşme yüzeyinin kimyasal temizliğinde ve havya ucunun temizlenmesinde kullanılır. Lehim suyu uygun bir fırçayla yüzeye tatbik edilir.

- Lehim Pastası

Lehimleme işlemi sırasında yüzeyde oluşan oksitlerin ve diğer yabancı maddelerin temizlenmesi işleminde kullanılır. Tamamen petrol ürünü olan bu maddeyedekapanda denir. Lehim pastaları piyasada toz, sıvı veya reçine olarak bulunur.

Resim 2.7: Lehim pastası

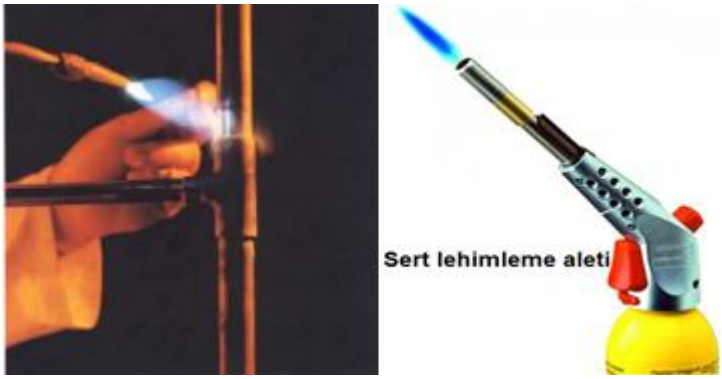
Resim 2.8: Nişadır

- Nişadır

Kimyasal olarak amonyak bileşiği (amonyum klorür) olan bu madde, yüzeydeki oksit tabakasını alarak kimyasal temizlemeyi sağlar. Nişadır ile havyanın temizliği de yapılır.

2.4.2. Sert Lehimleme

Aynı cins veya farklı cins metalleri bir ısı kaynağı altında ergitmeden, 450°C üzerinde ergiyen ilave bir metal (lehim alaşımı) kullanarak, ergiyen ilave metalin birleştirme aralığına yayılarak ıslatması ile birleştirilecek metallerle ilave metal arasında metalürjik bir bağ oluşması ile meydana gelen birleştirmeye sert lehimleme denir. Sert lehimleme işleminde, birleştirilecek metaller ile ilave metal arasındaki metalürjik bağın oluşumu, difüzyon adını verdiğimiz atomların transferi ile gerçekleşir. Bu bağın güçlü olabilmesi için transferi kolaylaştıracak ve birleşim bölgesini istenmeyen unsurlardan uzaklaştıracak koruyucudekapanlar kullanılır.



Resim 2.9: Sert lehimleme ve aleti

➢ Sert Lehimlemede Kullanılan İlave Dolgu Metaller

Sert lehimleme, birleştirilecek malzemelerin ergitilmeden ve 450°C üzerinde ergiyen ilave bir metal (lehim alaşımı) kullanarak birleştirilmesi olarak tanımlanmıştır. 450°C üzerinde ergiyen ilave metal, birleştirme aralığına yayılarak ıslatması ile birleştirilecek metallerle ilave metal arasında metalürjik bir bağ oluşturmaktaydı. Bu tanımdan da anlaşılacağa üzere sert lehimleme işleminde en önemli rollerden birisini ilave dolgu metalleri oynamaktadır. Sert lehimleme işleminde, birleşimin kalitesini belirleyen ilave dolgu metalinin doğru şekilde seçilmesi gerekir. İlave dolgu metallerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- Kullanılacak ilave dolgu metalinin ergime sıcaklığının, ana metalin özelliklerinideğiştirecek değerde olmaması gerekir.
- İlave dolgu metali 450°C üzerinde ergimeli ve metal malzeme olmalıdır.
- Ana metalin ergime derecesi, dolgu metalinin ergime derecesinden en az 200°C üzerinde olmalıdır.
- İlave dolgu metali, ana malzeme yüzeylerini iyi ıslatabilmelidir.
- İlave dolgu metalleri, birleşme bölgesinde istenmeyen elementleri içermemelidir.
- Dolgu metalinin özellikleri, kullanılacak lehimleme tekniğiyle uyumlu olmalıdır.
- Birleşim bölgesinde renk farklılığı istenmediğinde dolgu metali, ana metalle renk uyumu sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Resim 2.10: Sert lehimde kullanılan ilave metaller

Sert lehimlemede kullanılan ilave dolgu metalleri, endüstriyel ihtiyaçları karşılamak için piyasada farklı formlarda bulunurlar. Tel, levha, şerit, toz, folyo ve hamur formlarında ilave dolgu metalleri üretilerek piyasaya sunulmaktadır. Karmaşık şekilli iş parçalarının lehimle birleştirilmesinde, özel geometrik şekilli dolgu metallerine ihtiyaç duyulabilir. Böyle durumlarda özel üretim yapılarak dolgu malzemesi hazırlanır. Piyasada elektrot ve kaynak ekipmanları satan firmaların kataloglarında ilave dolgu metallerini bulabilirsiniz.

Sert lehimlemede kullanılan ilave metaller şunlardır.

- Gümüş ve gümüş alaşımlı sert lehim dolgu metalleri
- Bakır ve bakır alaşımlı sert lehim dolgu metalleri
- Alüminyum ve alüminyum alaşımlı sert lehim dolgu metalleri

➢ Sert Lehimlemede Isıtma Türleri

Sert lehimleme işleminde, birleştirilecek iş parçalarının ve ilave dolgu metalinin lehimleme sıcaklığına getirilmesi gerekmektedir. İş parçalarının sert lehimlenmesinde kullanılan ısı kaynakları şunlardır;

- Üfleçle lehimleme
- Fırında lehimleme
- Endüksiyonla lehimleme
- Elektrik direnci ile lehimleme
- Elektrik arkı ile lehimleme
- Erimiş lehim banyosuna daldırılarak lehimleme
- Dekapan banyosuna daldırılarak lehimleme
- Lazer lehimlemesi
- Optik lehimleme

Resim 2.11: Sert lehim yöntemi kullanılarak birleştirilmiş endüstriyel malzemelere örnekler

UYGULAMA FAALİYETİ

Sökülemeyen birleştirme elemanlarının hesaplarını yapınız.

Uygulama 1

2,5 mm kalınlığındaki iki parça, 5 mm çapa sahip bir perçinle birleştirilmek isteniyorsa seçilecek perçinin boyu kaç mm olmalıdır?

Öneriler:

L=S+(1,6xd) formülünde verilenleri yerlerine koyarsak,

Çözüm:

L=2,5+2,5+(1,6x5)
L=5+(8)=13 mm
L=13 mm olur.

Uygulama 2

Kalınlığı 2-4 mm olan iki sac parçasının perçinle birleştirilmesi için gerekli olan değerleri hesaplayınız?

Çözüm:

S= s_1+s_2= 2+4= 6mm

d = 1,8×s_1= 1,8x 2≅ 4mm

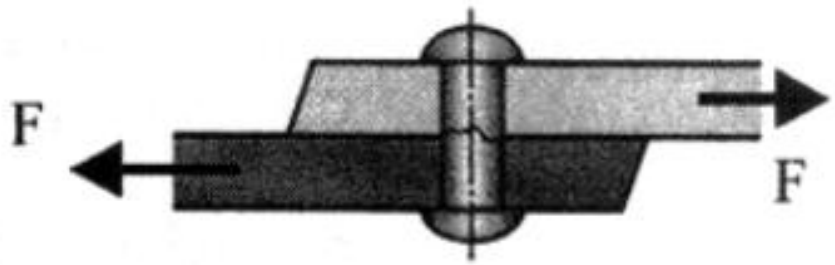
L = s+(1,6×d)=6+ (1,6x 4) ≅ 12,5mm

e = 1,5×d=1,5×4= 6 mm

e_1 =1,3×d=1,3× 4 = 5,2 mm

t =3×d= 3×4 = 12 mm bulunur.

Uygulama 3



Şekildeki gibi perçinli bir bağlantıda kullanılan perçin sayısı 4, perçin çapı 6mm, perçin gerecinin kesilme gerilmesi 3200 kg/cm^2'dir. Bağlantının 5 kat güvenle taşıyabileceği yükü bulunuz?

Verilenler

D=6 mm= 0,6 cm
n=4
e=5
i= 1
τ =3200 kg/cm^2

İstenenler

A, τ_{em}, F

Çözüm:

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3.14 \times 0{,}6^2}{4} \cong 0{,}3\ cm^2$$

$\tau_{em} = \frac{\tau}{e} = \frac{3200}{5}$=640 kg/cm^2

$\tau_{em} = \frac{F}{A \times i \times n}$

F=τ_{em} ×A×i× n

F=640×0,3×1×4

F= 768 kgf bulunur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Perçinleme işleminde sızdırmazlık istendiği durumlarda nasıl bir perçinleme yapılır?

A) Yamalı perçinleme yapılır.
B) Bindirmeli perçinleme yapılır.
C) Pop perçinleme yapılır.
D) İki sıra perçinleme yapılır.

2. Madeni parçalara ısı verildiğinde verilen ısının etkisi ile atomların aralarında yapmakta oldukları titreşim hareketi artarak daha fazla yer kaplamasına neden olacağından madeni parçaların hacimleri büyür bu olaya ne ad verilir?

A) Büzülme
B) Genleşme
C) Gevşeme
D) Gerilme

3. İki madeni parça, yardımcı eleman kullanmadan birleştirilecekse; parçalar değişik sıcaklıklarda genleşme ve büzülme özelliklerinden faydalanılarak sıkı birleştirmeler yapılır. Bu tür yapılan sıkı birleştirmelere ne denir?

A) Kaynak
B) Soğuk geçme
C) Perçinleme
D) Sıcak geçme

4. Aşağıdakilerden hangisi kaynak çeşitlerinden birisi değildir?

A) Elektrik direnç
B) Sert lehim
C) Oksi-gaz
D) Gaz altı

5. Aynı veya farklı iki metal parçayı, ergime derecelerinin altındaki bir sıcaklıkta, ek telinin ergimesi ile birleştirilmesi işleminene ad verilir?

A) Kaynak
B) Sıcak geçme
C) Lehimleme
D) Perçinleme

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. (…..) 450°C'nin üzerinde yapılan lehimleme işlemine yumuşak lehimleme denir.

7. (…..) Lehimleme işlemi sırasında yüzeyde oluşan oksitlerin ve diğer yabancı maddelerin temizlenmesi işleminde lehim pastası kullanılır.

8. (…..) Sert lehimlemede kullanılacak ilave dolgu metalinin ergime sıcaklığının, ana metalin özelliklerini değiştirecek değerde olmaması gerekir.

9. (…..) Pop perçinlerin uygulanması çekiçle yapılır.

10. (…..) Madeni parçalar soğudukça büzülür ve ölçüleri küçülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Makine elemanlarında yağlama yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Motorlarda kullanılan yağlama yağlarını nelerdir?
- Motor yağları ile vites kutusu ve diferansiyel yağları arasındaki farklar nelerdir?
- Motorların soğutma sistemlerinde kullanılan sıvının özellikleri nelerdir?

3. YAĞLAR VE YAĞLAMA

Makine elemanlarını yağlamak için kullanılan katı, sıvı ve gaz gibi maddelere verilen genel bir isim olarak yağlayan denir. Bugün endüstride daha ziyade katı ve sıvı yağlayanlar kullanılır. Bu arada gres gibi yarı katı, yarı sıvı yağlayanlar da çok geniş kullanma sahası bulmuştur. Sıvı yağlayanların en çok kullanılan ve tamamı madeni yağlardır.

3.1. Madensel Yağlar

Madeni yağlar; değişik viskozitedeki baz yağlar ve bu baz yağlara katılan, aşınmayı, paslanmayı, köpürmeyi ve oksitlenmeyi önleyici, viskozite ayarlayıcı, dispersiyon ve basınca dayanıklılık gibi fiziksel ve kimyasal özellikler kazandırıcı çeşitli katıklar ile harmanlaması ve muhtelif ambalajlara doldurulması işlemine tabi tutulmak suretiyle imal edilirler.Ayrıca, petrol esaslı olmayan ve kimyasal sentez yöntemleriyle elde edilen sentetik yağlar da, sağladığı üstün kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle madeni yağ imalatında kullanılmaktadır.

Bu yağlara madeni yağlar denmesinin sebebi maden olarak yer altından elde edilmesidir. Bildiğimiz madenlerle hiçbir ilgisi yoktur. Madeni yağlar ham petrolden elde edilirler. Ham petrol içinde sıvı, katı ve gazlar karışık hâlde bulunurlar. Karbon ve hidrojen bileşikleri olan bu maddelerin hepsi yağlama yağı olarak kullanılmaz.

Ham petrolün içindeki gazların bir kısmı yakıt olarak da kullanılır (mutfak gazları), bir kısmı da yoğuşturularak tabii benzin olarak kullanılır. Geriye kalan kısımdan sırayla benzin, gazyağı, mazot, ağır yağlar ve asfalt elde edilir. Bunun için ayrımsal damıtma kuleleri denilen damıtma kuleleri kullanılır. Petrol içinde bulunan karbon ve hidrojen bileşikleri değişik sıcaklıklarda kaynadıkları için birbirlerinden kolay ayrılırlar. Madeni yağlar bu

kulelerde 450- 600 °F (230°C - 320°C) sıcaklık derecelerinde yoğuşarak ayrılırlar. Ayrımsal damıtma kulelerinden alınan bu ham madeni yağların çok az bir kısmı ağır yağlama yağı olarak kullanılır.

Resim 3.1: Petrol damıtım tesisi

Bu ham yağın içinde iyi yağlarda bulunmaması istenen maddelerle, asfalt, mumlar ve yabancı maddeler bulunur. Mekanizması çok karışık işlemler sonunda yağın içinde bulunması istenmeyen ürünlerle asfalt ve mumlar çıkartılarak süzülür. Başlangıçta koyu bir rengi olan yağ bu işlemler sonunda açık berrak bir hâl alır. Bu yüzden elde edilen bu yağa berrak yağ denir. Endüstride kullanılmaya elverişli hâle gelen bu yağ kalın ve ince yağ olmak üzere bir damıtma kazanında tekrar iki veya daha fazla kısma ayrılır ve sonra istenilen kalınlıkta (viskozitede) yağ yapmak üzere harmanlanır. Yeniden karıştırılır ve bu şekilde muhtelif incelikte, kalınlıkta yağlar elde edilir.

Motor yağlarından istenilen özellikler, madeni yağ içine karıştırılan katkı maddeleriyle elde edilir. Katkı maddelerinin yağa kazandırdığı özellikler şunlardır.

- Motor yağının, düşük sıcaklıklarda çok fazla kalınlaşmasını önleyerek soğuk havalarda motorun kolay çalışmasını sağlar.
- Motor yağının yüksek sıcaklıklarda yağlama özelliğinin kaybolmamasını sağlar. Böylece piston, segman, supap gibi çok sıcak çalışan parçalar üzerinde oluşan artık maddeler (kurum, yağlı kurum) en aza iner.
- İş zamanında yanma sonucu oluşan su, kül, karbon ve diğer kimyasal maddelerin yağın içinde asit meydana getirmesini önleyerek motor parçalarının uzun ömürlü elmasım sağlar.
- Motor yağının köpürmesini önleyerek yağlamanın kalitesini iyileştirir.

Resim 3.2: Gres yağının üretimi

3.1.1. Madensel Yağların Özellikleri

Viskozite, yağların akıcılığa karşı direncini belirten bir terimdir. Bütün motor yağları S.A.E seri numarasıyla sınıflandırılır. S.A.E rumuzu Birleşik Amerika Devletleri'nde motorlu araçlar mühendisleri birliğinin (Society ofAutomotive Enginers) baş harflerim ifade eder. Motor yağlarının S.A.E standardı bu birlik tarafından düzenlenmiştir.S.A.E numarası küçük olan yağlar daha ince ve akıcı olur. S.A.E numarası büyük olan yağlar daha kalın ve az akıcı olur. örnek olarak S.A.E 10 numaralı yağ, S.A.E 30 numaralı yağdan daha ince ve akıcıdır. Motor yağları, benzinli ve dizel motorları için ayrı özellikte imal edilir. Benzinli motorlarda; SA, SB, SC, SD gibj S harfi ile başlayan yağlar kullanılır. Dizel motorlarında; CA, CB, CC, CD gibi C harfi ile başlayan yağlar kullanılır.

Gerek benzin, gerek dizel motor yağları; yazlık, kışlık ve birleşik yağlar (dört mevsim yağları) olmak üzere üç çeşittir.

- **Yazlık Yağlar:**S.A.E10, S.A.E20, S.A.E30, S.A.E40, S.A.E50 numaralı yağlardır.
- **Kışlık Yağlar:**S.A.E5W, S.A.E10W, S.A.E20 W gibi yağlardır. W harfi yağın kışlık olduğunu belirler, ingilizcede kış (winter) kelimesinin baş harfidir.
- **Birleşik Yağlar (Dört Mevsim Yağları):**Bu tip yağlar her mevsimde kullanılır. Yazın yazlık yağ kışın kışlık yağ özelliğini gösterir. Ancak hiçbir zaman ne yazlık yağın ne de kışlık yağın tam olarak yerini tutamaz. Bunlar, S.A.E 10W - 30, S.A.E 20W - 40, S.A.E 20W – 50 gibi yağlardır. Örneğin; S.A.E 10W-30 numaralı yağ, kış mevsiminde S.A.E 10W numaralı yağ, yaz mevsiminde S.A.E30 numaralı yağ yerine kullanılır.

Motor yağının bozulma sebeplerini ise iki maddede açıklayalım.

- **Yağın Kimyasal Olarak Bozulması**

Motor yağı, motor çalıştığında sıcaklığı çok yükselir. Yağın içindeki mineraller, yüksek sıcaklıklarda hava içindeki oksijenle birleşerek oksitlenir. Ayrıca iş zamanında yanma sonucu oluşan diğer kimyasal maddeler, yağla birleşerek organik asitler meydana getirir.Oksitlenme ve asit etkisiyle motor yağı özelliğini kaybederek parçalarınüzerinde aşınma, oksitlenme ve sakızlaşma (reçine) meydana getirir. Sakızlaşma, segmanların ve supapların yuvasında sıkışıp kalmasına sebep olur.

- **Yağın Fiziksel Olarak Bozulması**

Emme zamanında silindire giren havanın içindeki tozlar, yanma sonu meydana gelen kurumlar ve diğer arak maddeler, parçaların aşınmasından doğan talaşlar, kartere kaçan gazların içindeki benzin veya mazot yağın kirlenmesine ve özelliğinin bozulmasına sebep olur. Gerçi yağ filtresi, yağın içindeki parçacıkların bir kısmım temizlese bile zaman içinde yeterli olamaz. İşte, yukarıda ana hatlarıyla açıklanan sebeplerden dolayı motor yağı bozulur. Bu nedenle araç kataloğunda tavsiye edilen sürelerde motor yağının yenilenmesi gerekir.

3.1.2. Akıcılık ve Akıcılığın Ölçülmesi

Motor yağlarının üzerinde yazan 0-30, 0-40, 5-40, 10-40, 15-40, 5-50, 10-50, 15-50, 20-50, 10-60 gibi değerler yağın sıcak ve soğuk durumdaki akıcılığını belirtir.

Değer küçüldükçe yağ incelir su gibi olur, büyüdükçe kalınlaşır grese doğru devam eder. Mesela şanzımanlarda duruma göre 80-90 numara yağlar kullanılır ki motor yağına göre oldukça kalın bir yağdır. Buradan viskozite rakamlarının durumu hakkında fikir sahibi olabiliriz.

Bir yağın akıcılık özelliği viskozimetre ile değerlendirilir. :Viskozite, yağların akıcılığa karşı direncini belirten bir terimdir ve yağın kalitesini değil kullanım koşullarına uygun yağ seçimi yapılmasına yardımcı olur.

Resim 3.3: Viskozimetre

Örneğin; 10W-40 derken 10 un yanında bulunan W harfi İngilizceWinterdan gelir. Winter ise mevsim itibariyle kış demektir. Bu da bize yağın soğuk havalarda ısınmadan önceki akıcılığını ifade eder. Arada belirtmemiz gereken önemli bir bilgi vardır ki, birçok kişi yanlış bilir.

Günümüz motorlarında kullanılan yağlar multi-viskozite yağlardır yani ısıya göre akışkanlığı değişir. Genel itibariyle "yağ soğukken kalındır ısındıkça incelir" olarak bilinir ama bu tamamen yanlış olup, tam tersine motor yağı "ısındığında kalınlaşır"... Bu durum yağın içerisindeki polimerler sayesinde gerçekleşir.

Yukarıdaki açıklama üzerinden devam edersek 10W-40 yağ demek yağın soğuk anında 10 numara akıcılığı gösterirken motor ısındığında 40 numara akıcılık göstereceğini ifade eder. Bu durum özellikle segmanlar arasında çalışan yağın daha dayanıklı olmasına ve kompresyon kaçaklarını önleyici özellik kazanmasına imkan tanır.

Motorda en çok aşınma soğuk ilk çalışmalarda meydana gelir. Bu esnada yağ filminin durumu önemli rol oynar. Soğuk iklimlerde motor soğuk iken marş yapıldığında karterde bulunan yağın silindirlere ulaşma hızında yağın viskozitesi farklılık yaratır. Fakat her motorun kendine göre kullanılması gereken yağ tiplerinde farklılık vardır. Her üretici çeşitli iklim koşullarına göre hangi yağın tercih edilmesi gerektiğini teknik tablolarda açıklamaktadır. Buna göre aracı kullandığınız iklime uygun yağı tercih etmeniz motorunuz

için en doğrusu olacaktır. Son yıllarda oldukça gelişen yağ teknolojileri sayesinde bir yağ ile oldukça geniş aralıklı ısı şartlarında aynı verimle çalışacak yağ üretebilmeyi mümkün kılmıştır.

3.1.3. Asit Derecesi

Petrolün damıtılması işleminde elde edilen yağların içindeki yabancı maddeler, sülfirik asit (H2SO4) ile işlem görerek zararsız duruma getirilir. Son olarak yağ filtreden geçirilir.

Bütün madeni yağlara zamanla eskir ve özelliklerini kaybederler. Havadaki oksijen ve sıcaklığın etkisi ile fiziksel ve kimyasal özellikleri bozulur. Yağın eskimesi ile moleküller birleşir ve yağın çamurlaşmasına neden olur.

Çok eskimiş bir motor yağı değiştirildiğinde karterin yıkanmasında fayda vardır.

3.1.4. Yağlama ve Yağlama Çeşitleri

Bir parçanın yüzeyi ne kadar hassas işlenirse işlensin, işlenen yüzeye bir büyüteç ile bakıldığında girinti ve çıkıntılar (pürüzler)görülür.Birbirine temas ederek hareket eden parçaların yüzeylerinde bulunan pürüzler, hareketi zorlaştırır.**Harekete karşı zorlanma olayına sürtünme denir.** Sürtünme sonucu parçalar hem ısınır ve hem de aşınır.Parçaların ısınması genleşmesine ve mekanik dayanımının azalmasına sebep olur.Birbirine temas ederek çalışan parçalar, yağlandıkları zaman sürtünen yüzeyler arasında yağ filmi meydana gelir.Yağ, parça yüzeyinde bulunan pürüzlerin arasına dolarak sürtünmeyi en aza indirir.Sürtünme en aza inince de aşınma ve ısınma da en aza iner.

Motorlarda yağlama çeşitleri şunlardır.

- **Çarpmalı Yağlama**

Çarpmalı yağlama ile yağlanan motorlarda piston kolu kepinde yağ kepçesi bulunur.Piston alt ölü noktaya indiğinde yağ kepçesi, karterdeki yağa dalarak yağı blok içinde savurur. Savrulan yağ, ana ve kol yatakların,silindiri ve diğer parçaları yağlar.Bazı küçük iki zamanlı motorların yağlanması bu şekilde sağlanır.

- **Pompalı ve Çarpmalı Yağlama:**

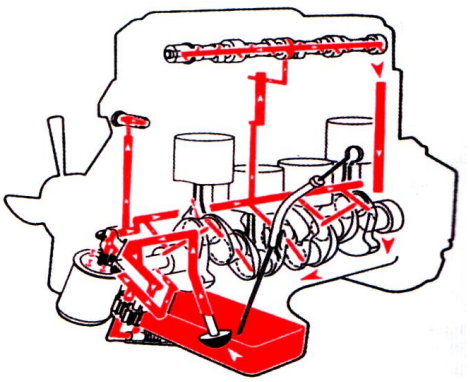
Pompalı ve çarpmalı yağlama, çarpma yağlama gibidir. Tek farkı pistonkolu kepinin yağı karterden değil de, küçük bir yağ pompasının yağ doldurduğu çanaklardan alarak savurmasıdır.

- **Basınçlı Yağlama**

Basınçlı yağlama sisteminde, yağ pompası kam milinden hareket alarak çalışır.Yağ pompası, karterden yağı emerek krank mili ana ve kol muylu yataklarına, külbütörlere, kam mili yataklarına, zaman ayar dişlilerine, belirli basınçta göndererek yağlanmalarım sağlar.

- **Tam Basınçlı Yağlama Sistemi**

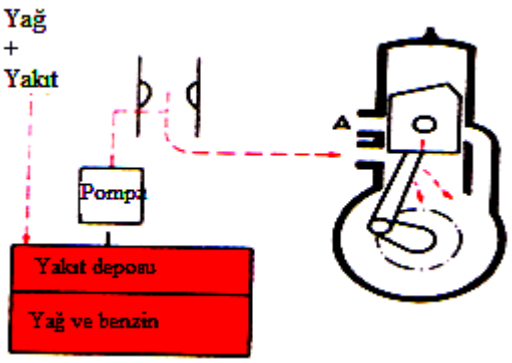
Tam basınçlı yağlama sistemi, basınçlı yağlama sisteminden tek farkla aynıdır. Farkı, piston pimi kol burcunun, basınçlı yağ ile yağlanmasıdır. Krank milinde kol muylusunu yağlayan yağ, piston kolunda bulunan yağ deliğinden geçerek kol burcunu da yağlar(Şekil 3.1.).



Şekil 3.1: Tam basınçlı yağlama

- **Benzine Karıştırılarak Yapılan Yağlama**

İki zamanlı, karterden süpürmeli motorların yağlanmasında kullanılır. Benzinin içinde eriyen yağ, benzin hava karışımı ile birlikte kartere alınır.Karışımın temas ettiği parçalar üzerinde yağ yapışır kalır.Benzin sıcak ortamda buharlaşarak uzaklaşır. Krank mili, piston kolu,yataklar, silindirler bu şekilde yağlanır. Bir miktar yağ da karışımla birlikte yanarak ziyan olur. Bu şekilde yapılan yağlama, parçaların yağlanması için yeterli değildir(Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Benzinle karıştırılarak yapılan yağlama

3.1.5. Yağdanlıklar

Sürtünen makine elemanlarını elle yağlamak için kullanılan avadanlıklardır.

Yağlanacak yere ulaşılabilirlik durumuna ve kullanılan yağın akışkanlık özelliğine uygun olarak farklı yapıda yağdanlıklar kullanılır.

Resim 3.4: Yağdanlık çeşitleri

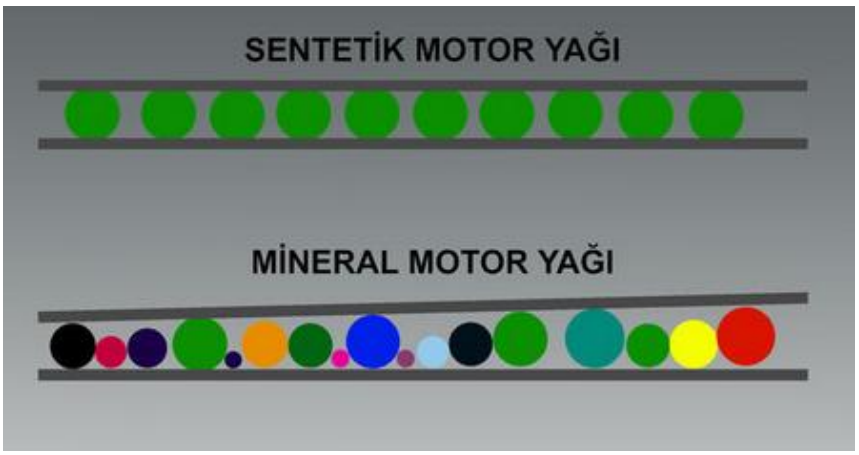
3.2. Sentetik Yağlar

Mineral esaslı baz yağların özellikleri, ham petrolün özellikleri ile sınırlıdır. Ayrıca; son yıllarda dünyadaki ham petrol üretiminin azalması ile petrol fiyatlarında görülen hızlı artışlar, günümüzün gelişen teknolojisi sonucu daha zor şartlarda çalışabilecek yağlara gereksinim duyulması nedeniyle sentetik yağlayıcıların kullanılması ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Günümüzde motor teknolojisinin de gelişimiyle kullanılması zorunlu hâle gelen yağ tam sentetik motor yağıdır. Bu yağların üretimi madeni yağların üretiminden çok farklıdır. Etişen gazı distil edilerek polialfaloetinle özel bir bağ oluşturur ve sonrasında zincir baz yağıyla karıştırılır ve çok ileri teknoloji bir ürün elde edilir. Böylece düşük sıcaklıklarda akışkanlığı artar, yüksek sıcaklıklarda buharlaşma azalır. Bu tip yağlar -50 ve altı derecelerde akışkanlık özelliğini korur.

Sentetik yağlar petrol esaslı olmayan kimyasal sentez yöntemleriyle elde edilir. Kimyasal proseste sentetik yapıyı meydan getirecek hidrokarbon moleküller boyut ve şekil bakımından birbirinin benzeri olacak biçimde tasarlanır(Şekil 3.3).Sentetik yağlar özenle düzenlenmiş bu yapısı sayesinde düşük sürtünme, düşük sıcaklık, en az aşınma, enerji (yakıt) tasarrufu gibi birçok üstün özelliklere sahiptir. Çok düşük sıcaklıkta kolay akar, çok yüksek

sıcaklıkta incelmez. Yüksek oksidasyon ve ısıl mukavemeti sayesinde kullanım ömrünü uzatır. Laboratuar ortamında farklı bir teknoloji ile üretilen sentetik yağlar, mineral yağlara oranla daha yüksek ve daha düşük sıcaklıklar ile yüksek basınca karşı dayanıklıdır.



Şekil 3.3: Sentetik yağın moleküler yapısı

Sentetik yağlar da, kullanılan sentetik baz yağın tipine göre adlandırılır.
Başlıca Sentetik Baz Yağlar:

- Polialfaolefin (PAO)
- Alkali aromatik
- Polybutenes
- Alifatik Diester
- Polyolester
- Polyalkeneglycol
- Phosphate Ester

Sentetik yağların hammaddesi olan sentetik baz yağ, ileri teknoloji ile yoğun işlemlerden geçerek üretildiği için maliyeti yüksektir. Bu nedenle sentetik yağlar mineral yağlara göre daha pahalıdır.

3.3. Yağlama Yapılmadığında Doğacak Sakıncalar

Motorda yağlama şu amaçları gerçekleştirmek için yapılır.

- Sürtünmeyi en aza indirir.Birbirine temas hâlinde çalışan parçaların arasında yağ filmi meydana getirerek, sürtünmeden doğan aşınmayı ve sıcaklığı en aza indirir.
- Motor kompresyonunun düşmesini önler.Segmanların silindir yüzeyinden sıyırdığı yağ, segman ile yuvası arasına dolarak kompresyon kaçağına karşı sıvı conta gibi görev yapar. Kompresyonun piston, segman, silindir arasından kartere kaçması en aza indirilir.

- Motor parçalarının soğumasına yardımcı olur.Karterdeki yağ, motor parçalarından daha soğuktur. Yağlama sırasında parçaların üzerinden aldığı sıcaklığı kartere getirerek parçaları az da olsa soğutur.
- Motor parçalarım temizler.Motor yağı, yağladığı parçalar üzerinde aşınmadan dolayı meydana gelen talaşları ve yanma sonucu oluşan kurumları bünyesinde toplayarak kartere getirir. Böylece motor parçalarının devamlı temiz kalmasını sağlar.

Bunların dışında uygun yapılmayan bir yağlama sonucu motor zarar görür ve kullanım ömrü kısalır.

3.4. Soğutma Sıvıları

Torna, freze, matkap gibi iş tezgâhların da sert malzemelerin üzerinde özel kesicilerleişlem yaparken hem malzeme ve hem de kesici ısınır. Bu hem malzemenin genleşmesinehem de kesicinin körelmesine sebep olur.Bu ısınmanın önüne geçmek için üretim esnasında düzenli ve sürekli olarak soğutmasıvıları kullanılır. Soğutma sıvıları ya doğrudan ya da su ile karıştırılarak kullanılır.Genellikle bütün tezgâhlar da kullanılan bor yağı sadece taşlama tezgâhlarındakullanılmaz. Taşlama tezgâhlarında ya doğrudan kullanılan soğutma sıvıları ya da sodalı suveya kesme yağları kullanılır.

Bor yağı, bakteri üretmeyecek kadar temiz, sertliği düşük ve kimyasal tuzları bulunmayan sularla hazırlanmalıdır. Makinenin kapasitesine göre su miktarının yaklaşıkolarak 1/6'sı kadar bor yağı su içine akıtılarak iyice karıştırılır. Karışım süt rengi alıncayakadar karıştırma işlemi devam eder.Ayrıca bor yağı karışımının içerisine % 15oranında deterjan eklenirse bakteri oluşumuengellenerek sıvının ömrü uzatılmış olur.Bor yağı içindeki yağ miktarı refraktometre ile tespit edilir.

Bor yağının dışında doğrudan kullanılan yağlar da vardır. Bunlar seri üretim yapantezgâhlarda kullanılan ve bor yağının tezgâha verdiği zararı da önleyen yağlardır.Cleartex A ve Cleartex B; çelik, alaşımlı çelik, bakır ve alaşımlarının işlenmesindeMacron A, B ve C; alüminyum ve magnezyum gibi malzemelerin yüksek hızda işlenmesindesoğutma sıvısı olarak su ile karıştırılmadan doğrudan kullanılır.Bu yağlar depolanma esnasında su ile temas ettirilmemelidir.

İçten yanmalı motorlarda soğutmanın % 60'ı soğutma sıvısı,% 40'ı yağlama yağı tarafından gerçekleştirilmektedir. Soğutma sıvılarında ya tamamı antifriz kullanılır yada motorun mevsimsel çalışma şartlarına göre yüzde olarak normal su ile antifriz karıştırılarak kullanılır.

Antifrizise , suyun donmasını önleyen ve parçaları korozyona karşı koruyan kimyasal maddelerdir.Genelde glikol (etandiol), alkol türevinden üretilen iyi bir antifrizdir.

Antifriz radyatörü vesoğutmasisteminipasvekorozyondankorumak amacıyla da kullanılmaktadır. Donma noktası -12 derece olan saf antifriz,suile karıştırıldığında donma

noktası -37 dereceye kadar düşürmektedir. Ancak su oranı veya antifriz oranı arttıkça donma noktası düşmektedir. Bu nedenle doğru miktarda su ile karıştırılması önemlidir. Su oranı %70'i aşarsa donma %30'un altına düşmekte vehararettehlikesi baş göstermektedir. Antifrizin ısıyı taşıma özelliği suya izafi olarak daha az olduğundan düşük ağırlığın önem arz ettiği uygulamalarda daha da az kullanılır.

Türkiyeiklimkoşullarında maksimum koruma için % 33 ila % 50 arasında antifriz kullanımı tavsiye edilmektedir. Karışım yaparken sert sulardan kaçınılması gerekmektedir. Çünkü sert sular antifrizin içindeki koruyucu katıkların etkisini azaltmaktadır. Bu nedenle musluk suyu yerine yumuşatılmış su kullanılmalıdır. Antifriz eklenmesi veya değiştirilmesinebomometreile ölçüm yapıldıktan sonra karar verilmelidir Bomometre cihazı, sadece karışımdaki etilen glikol miktarını ölçmektedir ve formülündeki koruyucuların durumu hakkında bilgi vermemektedir. Dolayısıyla bomometre, antifrizin soğutma sistemini koruma gücünü ölçememektedir.

Resim 3.5: Bomometre

Bütün antifrizler birbirlerinin aynısı değildir.Çünkü piyasadaki antifriz ürünleri arasında büyük oranda kalite farkı vardır. İyi bir antifriz hem suyun donma derecesini düşürmeli hem de kaynama derecesini yükseltmelidir.Genel maksatlı antifrizler normalde yılda bir defa, ekleme yapılmadan değiştirilir. Gelişmiş antifrizler ise daha uzun ömürlü olduklarından 3 yıla kadar kullanılabilmektedir.

3.5. Yağ Kataloglarının İncelenmesi

Her motora uygun olan yağ araç kataloğunda belirtilir. Bunun dışında, kullanılacak yağa kendimiz karar vereceksek aşağıdaki hususlar göz önüne alarak motor yağı seçimimizi yaparız.

- **Motorlu Araçlarda Kullanılan Yağların Sınıflamaları;**

SAE Amerikan otomotiv mühendisleri birliği
API Amerikan petrol enstitüsü
ILSAC Uluslararası yağ standartları ve onay komitesi
ACEA Avrupa otomobil imalatçıları birliği (eski CCMC)
MIL A.B.D ordusu yağ spesifikasyonları
JASO Japon otomobil standartları organizasyonu

➢ API Benzini Motor Yağları Kalite Sınıflandırması

- **SA** servis tipi yağlar, katıksız yağdır. Hafif yük altında çalışan benzin vedizel motorlarında kullanılır.
- **SB** servis tipi yağlar, içinde paslanmayı önleyici kauçuk maddesi bulunur.Hafif yük altında çalışan benzin motorları için kullanılır.
- **SC** servis tipi yağlar, düşük ve yüksek sıcaklıklarda çalışmaya uygun,açınmaya, paslanmaya karşı özellikleri olan yağdır.
- **SD** servis tipi yağlar, 1968 yılı motor teknolojisine uygun olarak üretilmiştir ve benzinli motorlarda kullanılır. Ayrıca SB, SC servis tipi yağların tavsiye edildiği her yerde kullanılır.
- **SE** servis tipi yağlar, 1972 yılındaki motor teknolojisine uygun olarak üretilmiştir. Benzinli motorlarda kullanılır. Ayrıca SC ve SD servis yağlarının kullanıldığı her yerde rahatlıkla kullanılır.
- **SF** servis tipi yağlar, 1980 motor teknolojisine uygun olarak hazırlanmıştır. Benzinli motorlarda kullanılır.
- **SG** servis tipi yağlar: 1988 motor teknolojisine uygun olarak hazırlanmıştır. Benzinli motorlarda kullanılır.
- **SJ:**1997 Benzinli Motor Servis Kategorisi. API servis kategorisi SJ'yi karşılayan yağların yüksek sıcaklıkta depozit oluşumu, aşınma, köpük ve alevlenme özellikleri geliştirilmiştir. Bu yağlar CMA (ChemicalManufacturesAssociations) ürün onay kodlarına göre test edilmektedirler ve API SH ve daha önceki API servis kategorilerini tavsiye eden metotlarda kullanılabilirler.

➢ API Dizel Motor Yağları Kalite Sınıflandırması

- **CA**: 1940 Yılında yayınlanan, korozyon ve depozit olumunu önleyen, düşük kükürtlü yakıtla çalışan hafif ve orta güçlü dizel yağı.
- **CB**: 1949 Yılında yayınlanan CA'dan daha iyi korozyon ve depozit olumunu önleyen düşük veya normal kükürtlü yakıtla çalışan hafif ve orta güçlü dizel yağı.
- **CD:** 1955 Yılında yayınlanan, etkili aşınma önleyen ve depozit kontrolü yapan, yüksek kükürtlü yakıtla çalışan, turbo ve süper şarjlı, doğal emişli yüksek güçlü dizel yağı .
- **CC:** 1961Yılında yayınlanan aşınma, pas, korozyon önleyen ve depozit kontrolu yapan, orta ve yüksek güçlü, turbo ve süper şarjlı, doğal emişli dizel yağı.
- **CE:** 1983 Yılında yayınlanan, CD performansına ek olarak kam ve segman oksidasyon, depozit kontrolü ve yağ tüketimi testlerini içeren, düşük ve yüksek hız ağır yük şartlarında çalışan turbo ve süper şarjlı dizel yağı.

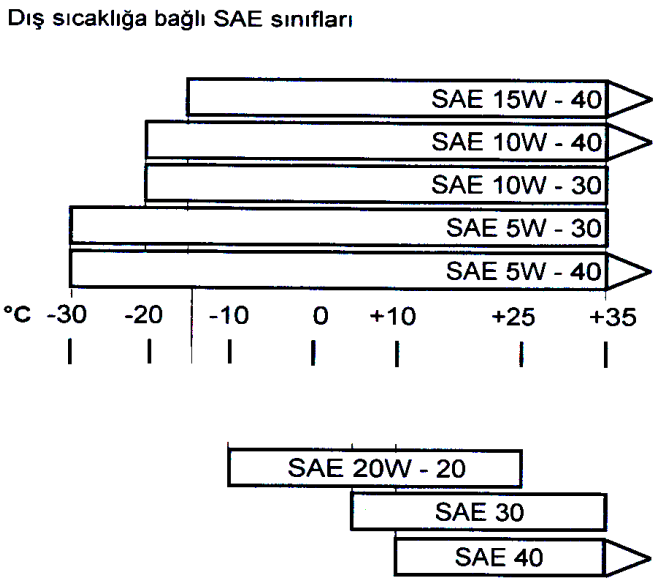
- **CF - 4:** 1990 Yılında yayınlanan CE performansına ek olarak daha az depozit ve yağ tüketimi sağlayan, yüksek devirli, dört zamanlı, direkt enjeksiyonlu, turbo şarjlı ağır hizmet dizel yağı.
- **CF:** 1994 Yılında yayınlanan, CD ye göre daha yüksek piston depozit kontrolü ve yatak korozyonu önleme özelliği sağlayan, yüksek kükürtlü yakıtla çalışan endirektenjeksiyonlu, turbo şarjlı doğal emişli dizel yağı.
- **CG -4:** 1994 Yılında yayınlanan, yüksek piston depozit kontrolü ve düşük karbon birikimi sağlayan, testleri düşük kükürtlü yakıtla yapılan, en son emisyonstandartlarını karşılayan yüksek devirli, direkt enjeksiyonlu turbo şarjlı dizel yağı.
- CH-4: 1998 Ağır Hizmet Dizel Motor Servis Kategorisi. API Servis Kategorisi CH-4 yüksek hızda, 1998 egzozemisyonları standartlarını karşılayan 4 zamanlı motorlarda kullanılan yağları tanımlar. API CH-4 yağları ağırlıkça % 0,5'e kadar kükürt içeren dizel yakıtları kullanan dizel motorlar için özel olarak formüle edilmişlerdir. Bu yağlar bilhassa aşınma kontrolü, yüksek sıcaklık stabilizesi ve kurum dağıtma özelliklerini sağlayarak motor dayanıklılığını artırırlar. Ayrıca, korozyona, kalınlaşmaya, köpürme ve kesilmenin neden olduğu viskozite kaybına karşı optimum koruma sağlarlar.

➢ API Dişli Yağları Kalite Sınıflandırması

- **API GL-1:**Orta servis şartlarında çalışan spiral-bevel ve worm dişli akslarında ve bazı düz şanzımanlarda,
- **API GL-2:**API GL-1'in yeterli olmadığı worm dişli akslarında,
- **API GL-3:** Orta servis şartlarında çalışan düz şanzuman ve spiral bevel dişli akslarında.
- **API GL-4:**Şok yüklemesi olmayan ağır servis şartlarında çalışan hipoid dişlilerde.
- **API GL-5:**Şok yüklemesi bulunan, çok ağır servis şartlarında çalışan hipoid dişlilerde.
- **API GL-6:**Ağır servis şartlarında çalışan, yüksek basınca maruz kalan dişlilerde.

➢ Dış Sıcaklığa Bağlı SAE Sınıfları

Piyasa çeşitli numaralarla bulunan motor yağları dış sıcaklığa bağlı olarak SAE sınıflarına göre isimlendirilirler. SAE numarası büyüdükçe yağın viskozitesi yükselir, SAE numarası küçüldükçe yağın viskozitesi düşer.Bu tür sınıflandırma Şekil 3.4'te görülmektedir.



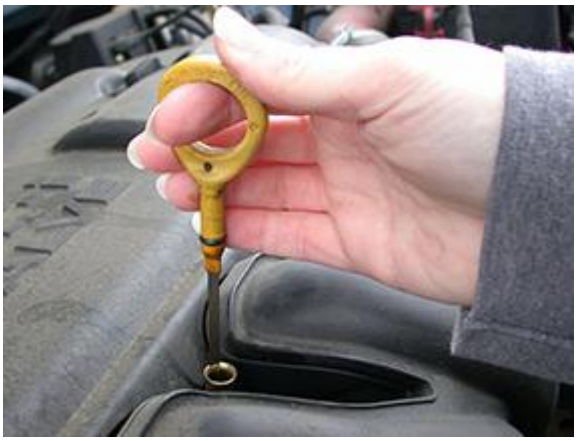
Şekil 3.4: Dış sıcaklığa bağlı SAE sınıfları

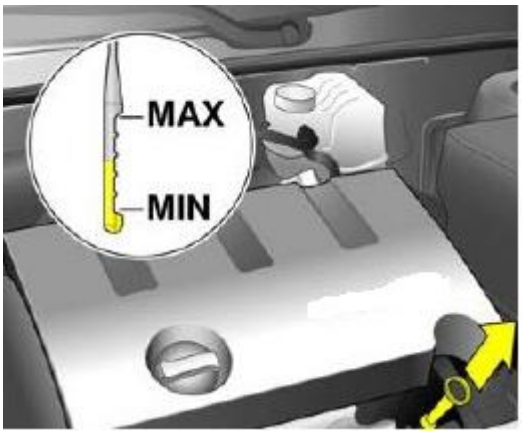
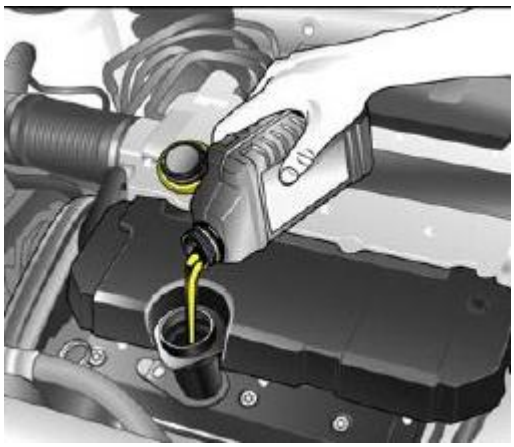
Motorun teknik özelliklerine görede motor yağı seçimi yapılır:

- Yeni motorlarda yağ boşluğu az olduğu için S.A.E numarası düşük olan yağ,kullanılma ömrünü ortalamış motorlarda yağ boşluğu biraz fazla olacağı için S.A.E numarası ortalarda olan yağ ve yağ boşluğu çoğalmış motorlarda S.A.E numarası biraz daha yüksek yağ kullanılır.
- Daha yüksek hızlarda daha düşük viskoziteli (daha ince) yağ; daha düşük hızlarda daha yüksek viskoziteli (daha kalın) yağ kullanılır.
- Daha yüksek sıcaklıklarda daha yüksek viskoziteli (daha kalın) yağ; daha düşük sıcaklıklarda daha düşük viskoziteli (daha ince) yağ kullanılır**.**
- Daha ağır yüklerde daha yüksek viskoziteli (daha kalın) yağ, daha hafif yüklerde daha düşük viskoziteli (daha ince) yağ kullanılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Makine elemanlarında yağlama yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Motorlu aracın kataloglarını inceleyiniz.	➢ Tamir kataloglarından motor yağı numarasını belirleyiniz. ➢ Şanzıman ve diferansiyel yağını belirleyiniz. ➢ Fren ve direksiyon hidroliklerinin özelliklerini belirleyiniz.
➢ Motoryağının kontrolü ve değişimi için motorlu aracı uygun bir yere alınız.	➢ Araç düz bir zemine alınız. ➢ Motor çalışıyor ise durdurunuz, çalışmıyor ise 30 saniye kadar çalıştırınız ve durdurunuz. Kısa bir süre bekleyiniz.
➢ Motor yağını kontrol ediniz.	 ➢ Motorun genellikle sarı renk olan yağ çubuğunu bulunuz. ➢ Motor yağ çubuğunu motorun soğumasından sonra çekiniz. ➢ Yağ çubuğu çıkartıp, temiz bir bez ile silininiz.Silme işlemi üstüpü gibi toz bırakıcı maddelerle yapmayınız. ➢ Yağ çubuğu tekrar yerine takınız ve çıkartınız. ➢ Yağ çubuğuna yapışan yağ seviyesi kontrol ediniz.

	 ➢ Yağ seviyesi, çubuk üzerinde bulunan iki işaret arasında olmalıdır. ➢ Bu iki çizgi arasında litre büyüklüğü yaklaşık bir litredir. Eğer ki çubuğunuzda gördüğünüz seviye bu iki çizgi arasındaysa motor yağı seviyeniz normal düzeydedir. ➢ Yağ seviyesi düşük ise, daha önce motora konulan yağ ile tamamlayınız. ➢ Motor yağını ilave etmeden önce motor biraz soğumasını bekleyiniz. Motor yağ kapağının etrafını temizleyin yağ kapağını açın uygun motor yağını motora ilave ediniz.  ➢ Fazla ise normal seviyeye inene kadar boşaltınız.
➢ Motor yağının değiştiriniz.	➢ Motor yağı katalogda tavsiye edilen sürede değiştiriniz. (Bu süre binek arabaları için 5 ile20 bin km arasındadır.) ➢ Motor sıcak ise biraz soğuması bekleyiniz. ➢ Soğuk ise motoru biraz çalıştınız ve durdurunuz.

	➢ Aracı lifte alınız. ➢ Karter boşaltma tapasını sökülerek, eski yağı temiz bir küvete alınız. ➢ Motor içindeki yağın süzülmesi için bir süre bekleyiniz. ➢ Filtre değişecek ise eski filtreyi sökünüz. ➢ Yeni filtrenin lastik contası yağlandıktan sonra yerine takıp, elle sıkınız. ➢ Karter tapasına yeni conta takarak yerine elle birkaç tur vira edildikten sonra anahtarla yeterince sıkınız. ➢ Aracı liftten indiriniz. ➢ Motora kataloğunda belirtildiği miktarda ve özellikte yağdoldurunuz.
Araç motorunu çalıştırarak son kontrollerini yapınız.	➢ Motor çalıştırınız. ➢ Karter tapasından ve filtre contasından yağ sızıp sızmadığı kontrol ediniz. ➢ Motoru durdurarak biraz bekledikten sonra tekrar motor yağını kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için**Evet**, kazanamadığınız beceriler için**Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Motor yağının mikarını ve özelliklerini araç katalogdan belirleyebildiniz mi?		
2.	Motor yağı kontrolü için aracı uygun bir yere alabildiniz mi?		
3.	Motor yağının kontrolünü yapabildiniz mi?		
4.	Motor yağı iyi durumda fakat eksik ise motora uygun yağı yeterli miktarda tamamlayabildinbiz mi?		
5.	Motor yağı kataloğunda belkirtilen km'sini tamamlamış vey eskimiz durumda ise eski yağı kurallara uygun olarak boşaltabildiniz mi?		
6.	Gerekli ise yağ filtresini değiştirebildiniz mi?		
7.	Motor yağını doldurup, motoru çalıştırıp son kontrollerini yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise"Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi sentetik yağların üstünlüklerinden biri değildir?

A) Düşük sürtünme, düşük sıcaklık, en az aşınma, enerji (yakıt) tasarrufu sağlar.
B) Çok düşük sıcaklıkta kolay akar, çok yüksek sıcaklıkta incelmez ve basınca dayanıklıdır.
C) Yüksek oksidasyon ve ısıl mukavemeti sayesinde kullanım ömrünü uzatır.
D) Kullanım ömrü boyuncaeksilmez .

2. Viskozite ne demektir?

A) Yağların akıcılığa karşı direncini belirten bir terimdir.
B) Yağ markasıdır.
C) Yağın oksidasyon ve ısıl mukavemetini gösterir.
D) Kullanım ömrü boyunca eksilmez.

3. Günümüzde motor teknolojisinin de gelişimiyle kullanılması zorunlu hâle gelen yağlar hangi yağlardır?

A) Madeni yağlar
B) Bitkisel yağlar
C) Yarı sentetik yağlar
D) Tam sentetik motor yağları

4. Aşağıdakilerden hangisi motorda yağlamanıntemel amaçlarından birisi değildir?

A) Motor kompresyonunun düşmesini önlemek
B) Motor parçalarının soğumasına yardımcı olmak
C) Yakıt tasarrufu sağlamak
D) Sürtünmeyi en aza indirmek ve motor parçalarını temizlemek

5. Soğutma suyu karışımındaki etilen glikol miktarını ölçerek formülündeki koruyucuların durumu hakkında bilgi veren ölçü aletinin adı nedir?

A) Viskozimetre
B) Bomometre
C) Hidrometre
D)Barometre

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise Modül Değerlendirme'ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Birden çok parçadan oluşan makineyi meydana getiren cıvata, somun, kama, pim vb. elemanlara genel olarak ne denir?

A) Sökülemeyen birleştirme elemanları
B) Sökülebilen birleştirme elemanları
C) Makine elemanları
D) Makine

2. Enerji oluşturan ya da bir enerjiden yararlanarak çeşitli işlerimizi kolaylaştıran düzeneklere ne ad verilir?

A) Sökülemeyen birleştirme elemanları
B) Sökülebilen birleştirme elemanları
C) Makine elemanları
D) Makine

3. Doğal kaynaklardaki mevcut enerjiyi, günlük yaşamda ve endüstride kumanda edilebilir olarak kullanılabilir hâle getiren makineler hangileridir?

A) Sökülemeyen birleştirme elemanları
B) Devitken makineler
C) Makine elemanları
D) Makine

4. Silindirik dış ve iç yüzeylere açılan aynı profildeki helisel oluklara vida, helisel olukların meydana getirdiği girinti ve çıkıntılara ne ad verilir?

A) Vida
B) Cıvata
C) Somun
D) Rondelâ

5. Bir cıvata, saplama, somunun vs.. bir tam tur dönmesi ile almış olduğu yola veya başka bir ifade ile bir diş dolusu ve bir diş boşluğu arasındaki mesafeye ne denir?

A) Adım
B) Vida
C) Helis
D) Diş açısı

6. Genellikle titreşim ve sarsıntıları azaltmak, darbeleri önlemek, makine parçalarını aynı konumda tutmak, bir hareket oluşturmak amacı ile kullanılan ve gerektiğinde enerjiyi depolayan, kendi hâline bırakıldığında bu enerjiyi aynı miktarda geri veren makine elemanları hangisidir?

A) Gupilyalar
B) Yaylar
C) Somunlar
D) Rondelâlar

7. Bir başı hazır diğer başı bağlantı yerinde oluşturulan sökülemeyen bağlantı elamanına ne ad verilir?

A) Gupilyalar
B) Pim
C) Perçin
D) Cıvata

8. Günümüzde motor yağları hangi sınıflamaya göre gruplandır?

A) SAE
B) MIL
C) ILSAC
D) JASO

9. İki zamanlı motorlarda hangi tür yağlama sistemi kullanılır?

A) Tam basınçlı yağlama
B) Elle yağlama
C) Çarpmalı yağlama
D) Benzine karıştırılarak yapılan yağlama

10. Bakırdan imal edilen özel yumuşak lehimleme aletine ne denir?

A) Nişadır
B) Torç
C) Havya
D) Şaloma

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**D**
3	**C**
4	**D**
5	**B**
6	**D**
7	**B**
8	**B**
9	**C**
10	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**B**
3	**D**
4	**B**
5	**C**
6	**Yanlış**
7	**Doğru**
8	**Doğru**
9	**Yanlış**
10	**Doğru**

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**A**
3	**D**
4	**C**
5	**B**

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**D**
3	**B**
4	**A**
5	**A**
6	**B**
7	**C**
8	**A**
9	**D**
10	**C**

KAYNAKÇA

- SERVİ Muharrem, Ali ERGÜN, Ali TATAR, **Makine Elemanları**, M.E.B İstanbul, 1999.
- ÇERİK H. Vefa, **Makine Elemanları**, Ankara, 2002.
- SELVİ Muharrem, CumhurERGÜN, AliTATAR, **Makine Elemanları**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 1987.